

数据流动规则与制造业出口技术复杂度

谢娟娟 肖姝帆

内容提要:数据作为全球数字化的核心要素,其流动规则对制造业技术升级具有重要影响。本文基于欧洲国际政治经济中心(ECIPE)发布的数字贸易估算(DTE)数据库,构建了2000—2018年的数据政策指数,从数据流动规则的限制性视角系统考察数据流动规则对制造业出口技术复杂度的影响及其作用机制。研究结果表明,宽松的数据流动规则能够提升制造业出口技术复杂度;通过引入两个工具变量进行内生性分析,研究结果的稳健性得到进一步验证。异质性分析发现,不同行业类别及不同类型的数据流动规则对制造业出口技术复杂度的影响存在明显差异。机制分析进一步揭示,数据流动规则通过数字技术赋能效应、贸易成本降低效应以及外部需求提振效应三条渠道推动制造业出口技术复杂度的提升。根据研究结论,本文提出通过科学合理的数据流动规则释放数据要素潜能,推动制造业体系重构与技术迭代的政策建议。

关键词:数据流动规则 数据政策指数 制造业 出口技术复杂度 数字技术赋能

中图分类号:F74;F491

文献标识码:A

文章编号:1000-7636(2025)10-0057-18

一、问题提出

党的二十大报告明确提出,“推动货物贸易优化升级,创新服务贸易发展机制,发展数字贸易,加快建设贸易强国”。2021年商务部印发的《“十四五”对外贸易高质量发展规划》进一步强调,要“激活数据要素潜能,促进数字技术与贸易发展深度融合”。在此背景下,推动数据要素与制造业生产相结合、提升制造业产品的出口技术复杂度,已成为实现数字经济和实体经济深度融合、提升制造业产品出口质量和国际竞争力的重要任务。

2022年12月,《中共中央 国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》正式发布,首次系统地构建了数据基础制度体系。该文件指出,“数据作为新型生产要素,是数字化、网络化、智能化的基础,已快速深度融入生产、分配、流通、消费和社会服务管理等各环节”。不同于劳动、资本等传统生产要素,数据要素具有非排他性和非竞争性,其自由流动能够在全球范围内产生跨界协同效应与创新外溢效应,推动制造业出口从量的积累向质的跃升转变。一方面,数据自由流动通过提升信息对称程度、降低交易成

收稿日期:2025-01-18;修回日期:2025-09-09

基金项目:国家社会科学基金一般项目“数字基础设施建设促进制造业数字化转型升级研究”(22BJY195)

作者简介:谢娟娟 南开大学经济学院教授、博士生导师,天津,300071;

肖姝帆 南开大学经济学院博士研究生,通信作者。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

本、优化供应链管理等路径,深刻重塑了出口产品的技术结构,成为提升制造业出口技术复杂度的重要驱动力。以海尔集团为例,其通过构建全场景数据流通体系,打造出智能化、高品质的全球化产品,成功实现了从制造到智造的跃升。另一方面,数据自由流动打破了供应链上下游之间的信息壁垒,提升了产品附加值和供应链协同创新能力,使供给侧更加灵活地响应全球市场需求。然而,数据流动并不意味着完全自由,而是需要嵌入在跨境传输、数据本地化、安全审查等多维度数据流动规则的制度框架中。尤其是在中国制造业仍存在出口产品技术复杂度不足、附加值不高等问题的背景下,在发达国家高端制造回流与发展中国家低端制造分流的双重压力下,如何通过科学合理的数据流动规则释放数据要素潜能,推动制造业体系重构与技术迭代,成为亟待深入探讨的重要议题。

当前与本文相关的研究文献主要有以下三方面。第一,关于制造业出口技术复杂度的测度及其影响因素。豪斯曼等(Hausmann et al., 2007)^[1]提出的出口技术复杂度指数已成为主流衡量工具,并被广泛应用于国家^[2]、地区^[3]、行业^[4]、企业^[5]等不同层面的研究。在影响因素方面,已有研究主要聚焦于加工贸易^[6]、外商直接投资(FDI)^[7]、全球价值链嵌入^[8]等贸易结构特征,以及基础设施^[9]、技术市场发展^[10]、互联网^[11]、大数据发展^[12]等经济发展特征。第二,关于数据流动规则的测度。当前主流测度工具包括费拉卡内等(Ferracane et al., 2018)构建的数字贸易限制指数(DTRI)^[13]和费伦茨(Ferencz, 2019)测算的数字服务贸易限制指数(DSTRI)^[14]。这两类指标从数据流动限制、数据本地化要求和数字服务贸易壁垒等角度对规则强度进行量化,为后续实证研究提供了参考。第三,关于数据流动规则与出口技术复杂度的关系。周念利和姚亭亭(2021)利用欧洲国际政治经济中心(ECIPE)发布的数字贸易限制指数,验证了跨境数据流动限制性措施通过削减对外直接投资(OFDI)和降低进口技术复杂度两个渠道,抑制数字贸易出口技术复杂度的提升^[15]。齐俊妍和强华俊(2022)基于欧洲国际政治经济研究中心数字贸易估算项目(ECIPE-DTE)数据库测算了跨境数据流动限制指数,发现其通过阻碍网络环境、增加贸易成本、降低资源配置效率和抑制技术溢出等渠道,对制造业出口技术复杂度产生显著的负向影响^[16]。何琨玫等(2023)则从数据赋能水平角度出发,发现数据赋能通过提升市场一体化程度,能够显著促进出口技术复杂度提升^[17]。

综上所述,既有文献探讨了制造业出口技术复杂度的测算方法及其影响因素,部分学者也开始关注数据流动限制程度的测算及其影响效应,这为本文提供了重要的理论支撑。然而,在以下两方面的相关研究尚不充分。其一,关于数据流动规则作用机制的探讨尚不全面。现有文献多集中于贸易成本降低和资源配置效率提升等传统路径,而对人工智能发展、外部需求变化等新兴渠道关注不足。其二,尚缺乏对数据流动规则差异化影响的研究。在全球数据政策分歧不断加剧、制度性障碍持续增加的背景下,不同类型的数据流动规则(如跨境数据传输限制、数据本地化存储要求、数据保留制度等)如何对制造业出口技术复杂度产生异质性影响,仍缺乏系统深入的实证检验。

基于此,本文从理论和实证上系统地考察数据流动规则对制造业出口技术复杂度的影响及其作用机制。本文的边际贡献主要体现在三个方面:第一,将数据流动规则作为研究切入点,系统分析其对制造业出口技术复杂度的作用效果,不仅关注数据流动规则的限制性,还强调其在促进数据有序自由流动方面的积极作用;第二,本文基于 ECIPE-DTE 数据库,测算了 2000—2018 年 55 个国家(地区)的数据政策指数,从数据流动限制视角构建指标,拓展了现有研究的样本数据;第三,从数字技术赋能效应、贸易成本降低效应和外部需求提振效应三个维度,系统梳理并实证检验了数据流动规则影响制造业出口技术复杂度的关键渠

道,更全面地揭示了数据流动规则在推动制造业技术结构升级中的作用机制。

二、理论分析与研究假设

(一) 数据流动规则与制造业出口技术复杂度

数据作为制造业的核心要素,已经深度嵌入生产的各个环节。然而,数据能否顺畅流通并发挥其价值,取决于数据流动规则的制度安排。随着工业互联网的发展和数字技术的应用,原本割裂的数据得以整合,激活了产业数据的潜在价值^[18]。但这种价值的实现并非自发完成,而是依赖于各国(地区)制定的跨境数据传输限制、数据本地化、安全审查等数据流动规则框架。不同的规则安排直接影响了产业链间数据的自由流动与共享程度,从而作用于资源配置效率和产品技术含量。近年来,各经济体在数据治理中呈现出既强调安全合规又追求开放共享的复杂态势,这种规则环境在一定程度上重塑了制造业的国际竞争力,并提升了制造业出口技术复杂度。

从生产侧来看,开放宽松的数据流动规则为制造业企业注入了强劲的发展动力。首先,数据流动规则的便利化使企业能够借助工业互联网、物联网等前沿数字技术高效整合并实时收集数据,通过深入分析和挖掘推动研发设计和生产制造等关键环节的技术革新和突破。其次,数据流动规则的透明性和可预期性有助于降低企业在供应链管理和市场预测中的不确定性,从而优化库存管理和物流调度,减少制度摩擦带来的交易成本,进而降低企业的仓储和物流费用^[19-20]。最后,包容性的数据流动规则促进企业构建柔性生产体系^①,通过合规且高效的数据连接打通制造与销售环节,形成以客户需求为导向的决策网络,从而提升产品差异化水平,实现供需的高效对接。由此可见,数据流动规则不仅保障了数据的有序自由流动,还通过制度引导塑造了更高效的生产模式,推动制造业出口技术复杂度不断提高。

从消费侧来看,科学合理的数据流动规则能够在保障海外消费者数据合法使用的同时,为企业开展个性化定制和精准营销提供制度支持。一方面,合规机制下的跨境数据采集和分析,使企业能够准确把握海外消费者偏好和市场反馈,进而构建以消费者需求为导向的供给体系。企业借助互联网平台实现与客户信息的实时交互,不仅激发了针对性的技术创新,也提升了产品的技术含量和国际竞争力^[21]。另一方面,数据流动规则的协调化与互认机制,使外部市场需求得以快速传导至企业内部,缩短响应周期,推动产品差异化与定制化。规则的明确性不仅降低了企业在利用消费者数据时的法律风险,还提升了跨境协同的可信度和效率,从而进一步增强出口产品的技术含量与竞争力。

综上所述,数据流动规则通过制度化安排确保数据要素的高效流转,并在生产侧和消费侧共同作用下提升了制造业出口技术复杂度。据此,本文提出假设 1:完善的数据流动规则将提升制造业出口技术复杂度。

(二) 数据流动规则影响制造业出口技术复杂度的机制分析

1. 数字技术赋能效应

在全球化的背景下,数据流动规则决定了数据能否在设计、生产、经营、销售等环节实现高效精准对

^① 黄卓等(2024)指出,柔性生产是针对传统大规模生产方式而提出的一种新型生产模式,不仅能够迅速响应消费者需求的变化,还能增强生产系统对市场变化的适应能力,减少生产过程中不必要的资源浪费^[21]。

接^[15]。在数字技术的广泛应用推动下,开放的数据流动规则不仅提升了生产效率和产品质量,还加快了传统产业的数字化、自动化和智能化转型^[17]。从智能技术视角来看,人工智能作为最具代表性的数字技术,在推动制造业智能化生产和柔性化定制的过程中高度依赖数据要素的支持。合理的数据流动规则一方面使人工智能技术能够完成单一、重复的机械操作,替代中低技能劳动力,从而节约生产成本;另一方面还能帮助识别复杂模型设计中的问题,并通过及时调整生产线快速适应新产品的制造需求^[22-23]。此外,依托物联网平台、复杂传感器和先进控制系统的应用,数据的有序自由流动为工业机器人提供了关键支撑,推动其进行数据分析与机器学习,加快了制造业的智能化转型^[24]。从要素流动视角来看,开放的数据流动规则在多个方面发挥了重要作用。一方面,它强化了数据要素与传统生产要素的深度融合,突破了地理空间的限制,形成了网络空间的虚拟集聚,为数字技术的发展创造了有利条件,从而优化资源配置结构,并推动制造业网络协同体系的构建;另一方面,数据流动规则的开放性促进了跨国研发要素的实时共享,加速知识的传播与扩散,通过技术溢出效应提升本国制造业的技术创新能力^[25]。

综上所述,开放的数据流动规则通过数字技术赋能效应,从智能技术应用和新型要素流动两方面推动制造业出口技术复杂度的提升。据此,本文提出假设2:数据流动规则通过赋能数字技术提升制造业出口技术复杂度。

2. 贸易成本降低效应

数据流动规则深刻影响着跨境贸易中的数据传输和合规成本。从物流运输成本视角来看,数据在国际贸易运输、存储、包装和装卸等环节的顺畅流通催生了智能物流的发展。一方面,宽松的数据流动规则提高了仓储和库存管理的精准性,避免了库存过剩或短缺;另一方面,借助大数据与智能算法,运输路线得以科学规划,从而提高运输效率与准确性,显著节约仓储和运输成本^[20,23]。从搜寻匹配成本视角来看,合理的数据流动规则有效缓解了产业链上下游企业间的信息不对称问题^[26]。在制度环境较为开放的情况下,大数据、云计算和区块链等技术能够实现信息的高效传输,确保数据快速抵达供需端口^[27]。这不仅有助于企业实现精准营销,也提升了消费者找到心仪产品的概率,显著降低了搜寻匹配成本^[28]。此外,数据流动规则的开放性与协调性使企业能够深入分析消费者偏好,灵活调整生产模式,快速响应市场变化,减少因供需不匹配导致的潜在损失^[29]。同时,配合机器学习等技术,企业可以实时监控生产数据,快速识别并纠正问题,从而降低出错率并提升生产效率^[23]。

综上所述,合理的数据流动规则通过降低物流运输成本、搜寻匹配成本等各类贸易成本,为企业释放了更多资源,促使其集中投入技术创新与产品升级,进而提升制造业出口技术复杂度。基于此,本文提出假设3:数据流动规则通过降低贸易成本提升制造业出口技术复杂度。

3. 外部需求提振效应

数据流动规则的透明性与协调性加速了供需双方信息交换的效率。在智能技术支持下,制造业能够实现柔性化生产和个性化定制,更精准地满足消费者日益多样化和个性化的需求。这种生产模式不仅推动了出口产品的高端化与多元化,也有效提升了制造业在国际市场上的竞争力。从供需对接视角来看,畅通的数据流动规则打破了地理空间和时间的障碍,使企业能够实时捕捉并分析全球市场数据,精准洞察国际消费者的需求偏好与市场趋势,从而开发出更契合市场需求的高附加值产品,有效激发外部市场需求^[30]。跨境电商的发展高度依赖于数据流动规则的支持,通过保障信息共享和精准匹配,为企业开拓海外市场、提升

技术含量提供了制度保障,满足了消费者对高端、个性化产品的需求,并创造了新的消费热点与经济增长点。例如,柔性制造系统依托智能识别和大数据分析技术,能够实时显示供需情况,使企业按需组织生产,提高设备利用率,减少资源浪费,提升产品质量和技术含量^[23]。从市场竞争视角来看,完善的数据流动规则为企业获取外部信息和先进技术资源提供了保障,使其能够更高效地开展技术研发和创新。企业借助实时市场反馈不断优化生产策略,研发符合国际高标准的高技术产品,推动制造业向高附加值和高技术层次迈进,进一步增强全球竞争力和提升出口技术复杂度。

综上所述,数据流动规则通过加快供需对接、支持跨境电商发展和增强市场竞争力,为企业提供了丰富的信息与资源,助力其满足国际高端市场需求,优化制造业出口结构,持续提升出口技术复杂度。基于此,本文提出假设 4:数据流动规则通过提振外部需求提升制造业出口技术复杂度。

三、计量模型设定及数据说明

(一) 模型设定

本文聚焦于数据流动规则对制造业出口技术复杂度的影响,设定了如下基准回归模型,并采用多维面板固定效应方法进行估计:

$$EXPY_{ijt} = \alpha + \beta DPI_{it} + C'_{it}\gamma + Z'_{ijt}\theta + \delta_i + \eta_j + \phi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中,下标 i 、 j 、 t 分别代表国家(地区)^①、行业、年份, $EXPY_{ijt}$ 表示 i 国(地区)制造业 j 在 t 年的出口技术复杂度;核心解释变量 DPI_{it} 表示 i 国(地区) t 年的数据政策指数,该指数刻画了数据流动规则的强度,指数值越小表明数据流动规则越宽松,数据自由流动程度越高。 C_{it} 是表示国家(地区)层面控制变量的一组向量,具体包括经济发展水平、外商直接投资、贸易开放度、制度质量、金融支持; Z_{ijt} 是表示行业层面控制变量的一组向量,用以控制不同国家(地区)不同行业状态差异对回归结果的影响,包括行业人均工资、行业规模和行业增加值。 δ_i 、 η_j 、 ϕ_t 分别代表国家(地区)、行业、年份固定效应,分别用来控制国家(地区)和行业固有的时间不变特征,以及不同年份宏观因素对估计结果的干扰; ε_{ijt} 为随机扰动项。由于数据的变化主要来自国家(地区)-年份层面,为了控制潜在的异方差和序列相关对回归结果的干扰,参考唐宜红等(2019)^[31]的做法,采用国家(地区)-年份级别的聚类稳健标准误。回归结果重点关注式(1)中的回归系数 β ,该指标体现了数据流动规则对制造业出口技术复杂度的影响程度。结合理论假设,本文预期 β 显著为负,即宽松的数据流动规则能有效提升制造业出口技术复杂度。

(二) 变量设定

1. 被解释变量

被解释变量为制造业出口技术复杂度($EXPY$)。出口技术复杂度是衡量某个国家(地区)或某个行业出口产品技术含量和生产效率的重要指标,体现了产品在国际市场上的竞争力。目前对出口技术复杂度的测度方法主要是基于豪斯曼等(2007)^[1]的研究进行拓展,本文以此为基础测算了不同国家(地区)各制造业的出口技术复杂度。

① 本文样本包含 55 个国家(地区)。

首先,计算制造业产品的技术复杂度($PRODY_{kt}$):

$$PRODY_{kt} = \sum_i \frac{x_{ikt}/X_{it}}{\sum_i x_{ikt}/X_{it}} pgdp_{it} \quad (2)$$

其中, $PRODY_{kt}$ 代表 t 年HS6分位产品 k 的技术复杂度,由一国(地区)某产品的出口份额和该国(地区)人均实际生产总值(GDP)计算而得。

其次,进一步构建 t 年 i 国(地区) j 制造业的出口技术复杂度 $EXPY_{ijt}$,即以 t 年 i 国 k 产品占该国(地区) j 制造业的出口份额 x_{ikt}/X_{ijt} 为权重对产品技术复杂度 $PRODY_{kt}$ 进行加权平均,再取对数得到:

$$EXPY_{ijt} = \ln \sum_{k \in j} \frac{x_{ikt}}{X_{ijt}} PRODY_{kt} \quad (3)$$

2. 核心解释变量

核心解释变量为数据政策指数(DPI)。基于ECIPE的指标量化方法,借鉴费拉卡内等(2018)^[32]针对各国(地区)出台的数据流动限制领域相关措施的加权赋值方法,本文测算出国家(地区)的数据政策指数面板样本,用数据政策指数来刻画数据流动规则的强度。 DPI 的取值范围为0~1,该指数值越小表明一国(地区)的数据流动规则越宽松,数据自由流动程度越高^[32]。

3. 控制变量

本文分别从国家(地区)和行业层面选取控制变量。国家(地区)层面控制变量包括:(1)经济发展水平($PGDP$),用一国(地区)的人均GDP取对数来反映;(2)外商直接投资(FDI),用各国(地区)每年外商直接投资流入额占GDP比重表示^[2];(3)贸易开放度($OPEN$),用进出口贸易总额占GDP的比重衡量^[2];(4)制度质量(WGI),借鉴齐俊妍和强华俊(2022)^[16]的研究,用世界银行全球治理指数六个指标的均值衡量一国(地区)的制度水平;(5)金融支持(FIN),借鉴齐俊妍等(2011)^[33]的研究,采用私营部门国内信贷占GDP的比重来衡量。行业层面控制变量包括:(1)行业人均工资($wage$),用行业工资与雇员人数之比取对数来衡量^[16];(2)行业规模($labor$),用出口行业的就业人数取对数来衡量^[4];(3)行业增加值(VA),用各行业产业增加值占各国(地区)每年工业增加值总额的比值来衡量^[24]。

(三)数据来源与描述性统计

制造业出口技术复杂度的基础数据来源于法国国际经济研究中心开发的全球双边贸易数据库(CEPII-BACI)和世界银行数据库,并对出口产品的HS96版制造业6位产品编码与国际标准行业分类(ISIC Rev. 4)行业代码进行匹配,最终确定24个制造业样本行业^①。数据政策指数是基于ECIPE-DTE数据库提供的各国(地区)数据政策而量化的指标。国家(地区)层面控制变量中人均GDP、贸易开放度、信贷比重等数据来源于世界银行世界发展指标(WDI)数据库,FDI流入额来源于联合国贸易和发展会议(UNCTAD)数据库,制度质量来源于世界银行治理指标数据库;行业层面控制变量相关测算数据均来源于联合国工业发展组织

① 按ISIC Rev. 4行业分类标准,制造业有C10:食品制造;C11:饮料制造;C12:烟草制品制造;C13:纺织制品制造;C14:服装制造;C15:皮革和相关产品的制造;C16:木材、木材制品及软木制品的制造(家具除外)、草编制品及编织材料物品的制造;C17:纸和纸制品的制造;C18:记录媒介物的印制及复制;C19:焦炭和精炼石油产品的制造;C20:化学品及化学制品的制造;C21:基本医药产品和医药制剂的制造;C22:橡胶和塑料制品的制造;C23:其他非金属矿物制品的制造;C24:基本金属的制造;C25:金属制品的制造但机械设备除外;C26:计算机、电子和光学产品制造;C27:电力设备的制造;C28:未另分类的机械和设备的制造;C29:汽车、挂车和半挂车的制造;C30:其他运输设备的制造;C31:家具制造;C32:其他制造业;C33:机械和设备的修理和安装。

(UNIDO), 各国(地区)工业增加值数据来源于世界银行数据库。

将上述数据库匹配后,限于数据可得性,剔除缺失部分控制变量的样本,最终选取 2000—2018 年 55 个样本国家(地区)24 个制造业行业的面板数据进行研究。近年来,各国(地区)对数据流动规则的关注不断提升,并持续完善相关政策与措施。基于前文的加权赋值方法测算可知,2000—2018 年的数据政策指数整体呈现稳步上升趋势。依照同样的方法,本文进一步构建了跨境数据流动指数与国内数据流动指数,以开展异质性分析。统计结果显示,两项子指数同样呈现逐年上升的态势。但从具体表现看,2006—2010 年,国内数据流动指数整体高于跨境数据流动指数,表明各国(地区)在该阶段更侧重于国内数据的合规使用与监管;而在其他年份,跨境数据流动指数的均值普遍高于国内数据流动指数,反映出跨境传输相关限制在整体上更为严格。总体而言,2000—2018 年的数据政策指数揭示出跨境数据流动限制略强于国内数据流动限制的特征。

各变量的描述性统计结果如表 1 所示。

表 1 描述性统计结果

变量类型	变量名称	变量符号	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	制造业出口技术复杂度	EXPY	25 076	10.060 1	0.373 8	8.375 0	11.314 0
解释变量	数据政策指数	DPI	25 076	0.155 3	0.164 3	0.000 0	0.845 0
控制变量	经济发展水平	PGDP	25 076	9.617 3	1.207 5	5.977 8	11.725 4
	外商直接投资	FDI	25 076	0.899 2	2.288 7	0.010 1	19.612 3
	贸易开放度	OPEN	25 076	0.995 2	0.763 9	0.195 6	4.426 2
	制度质量	WGI	25 076	0.745 3	0.813 0	-1.184 4	1.946 8
	金融支持	FIN	25 076	0.900 2	0.500 7	0.071 3	3.045 8
	行业人均工资	wage	20 740	9.710 3	1.116 0	3.029 5	20.873 1
	行业规模	labor	21 070	10.115 0	1.987 5	0.693 1	16.106 4
	行业增加值	VA	20 431	0.022 9	0.026 9	-0.027 1	0.574 7

四、实证结果与分析

(一) 基准回归

表 2 报告了基准回归结果。列(1)在引入国家(地区)和行业控制变量的基础上进行回归,但未控制固定效应;列(2)则在此基础上进一步加入国家固定效应、行业固定效应和年份固定效应,以确保数据流动规则对制造业出口技术复杂度的估计不受国家(地区)层面变化的干扰。与列(1)相比,列(2)的回归结果显示核心解释变量 *DPI* 的回归系数显著性有明显提高,并在 1% 水平下显著为负。具体而言,借鉴毛其淋和王凯璇(2023)^[34]对核心解释变量回归系数的阐释,各国(地区)数据政策指数每降低 1 个标准差,制造业出口技术复杂度将大约提升 0.512 6 百分点^①。总体上看,数据政策指数抑制了制造业出口技术复杂度,即数据流动规则越宽松(*DPI* 越小),越能有效提升制造业出口技术复杂度,验证了假设 1。

① 具体计算方法为:0.164 3×0.031 2×100%=0.512 6%。其中,0.164 3 是数据政策指数的标准差,0.031 2 是表 2 列(2)核心解释变量回归系数的绝对值。

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)
<i>DPI</i>	-0.043 2 [*] (-1.698 2)	-0.031 2 ^{***} (-3.691 2)
<i>PGDP</i>	0.142 2 ^{***} (9.065 5)	0.051 9 ^{***} (8.160 2)
<i>FDI</i>	0.008 5 ^{***} (3.846 6)	0.000 7 (1.001 4)
<i>OPEN</i>	0.068 3 ^{***} (5.946 0)	0.002 9 (0.478 8)
<i>WGI</i>	-0.293 0 ^{***} (-17.671 2)	0.015 1 ^{**} (2.338 9)
<i>FIN</i>	0.013 8 (0.791 3)	0.009 6 [*] (1.814 5)
<i>wage</i>	0.187 6 ^{***} (17.092 9)	0.014 3 ^{***} (3.170 3)
<i>labor</i>	0.011 3 ^{**} (2.571 4)	0.006 6 ^{***} (3.042 6)
<i>VA</i>	-0.326 3 ^{**} (-2.026 6)	-0.649 7 ^{***} (-6.814 6)
常数项	6.904 6 ^{***} (68.396 6)	9.345 7 ^{***} (180.220 8)
国家(地区)固定效应	未控制	控制
行业固定效应	未控制	控制
年份固定效应	未控制	控制
观测值	20 171	20 171
$\overline{R^2}$	0.358 9	0.834 1

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

在相关性方面,随着各项区域贸易协定和数字贸易协定的推出,各国(地区)关于数据流动政策的修订和完善呈现出一定的同步性;在外生性方面,工具变量的构造通过剔除可能对国家(地区)*i* 数据政策产生直接影响的国家(地区),并基于剩余国家(地区)的加权平均进行计算,从而较好地确保了工具变量的外生性。第二个工具变量的选取参考柯明等(2023)^[36]的研究,将源于国际电信联盟(ITU)数据库的移动网络覆盖率作为国家(地区)*i* 数据政策指数的工具变量 *IV2*,选取原因如下:在相关性方面,数据政策的制定是针对各国(地区)数据流动规则的

从国家(地区)层面控制变量来看,经济发展水平、制度质量、金融支持的回归系数均显著为正;外商直接投资和贸易开放度对制造业出口技术复杂度的影响虽不显著,但仍会促进制造业出口技术复杂度提升。从行业层面控制变量来看,行业人均工资和行业规模会促进制造业出口技术复杂度提升,与齐俊妍和强华俊(2022)^[16]的研究结论一致;但行业增加值的回归系数显著为负,类似于徐照宜等(2024)^[24]的研究中行业增加值对被解释变量的影响,可能的原因是研究样本涵盖了制造业网络化、智能化水平较低的大部分阶段,尚未充分发挥数字技术对制造业的支持作用,使得行业增加值的提高无法及时有效地转化为出口产品的复杂度提升。

(二) 内生性分析

本文的基准回归采用了严格的固定效应以有效缓解内生性问题,但无法完全排除核心解释变量和被解释变量之间可能存在的反向因果关系。本文构建相应的工具变量,使用两阶段最小二乘(2SLS)法进一步解决潜在的内生性问题。第一个工具变量的构建参考刘斌和赵晓斐(2020)^[35]的方法^①,对国家(地区)*c* 的数据政策指数进行加权平均,将其作为国家(地区)*i* 数据政策指数的工具变量 *IV1*。选取原因如下:在相

① 具体计算方法如下:国家(地区)*c* 是指未与国家(地区)*i* 签订 FTA、不属于同一地理区域、采取不同数据监管模式的国家(地区),权重是基于国家(地区)*c* 与国家(地区)*i* 的人均 GDP 测算的相似指数 SI_{ict} 。工具变量 $IV1_{it} = \sum_c DPI_{ct} \times SI_{ict}$ 。

约束性条款,而数据自由流动依赖于互联网,尤其是移动网络的快速发展,二者相辅相成;在外生性方面,移动网络覆盖率仅反映一国(地区)移动网络的普及程度,并不会对制造业出口技术复杂度产生直接影响。

表 3 报告了分别以 $IV1$ 、 $IV2$ 作为工具变量的两阶段最小二乘回归结果。工具变量第一阶段的回归系数均在 1%水平下显著为正,说明加权平均数据政策指数构造的工具变量和移动网络覆盖率工具变量均与国家(地区) i 的数据政策指数存在正相关性,与预期一致。针对工具变量选取的合理性,本文进行了多项统计检验:首先, Kleibergen-Paap rk LM 统计量的 P 值小于 0.05,拒绝了“工具变量识别不足”的原假设;其次, Kleibergen-Paap Wald rk F 统计量大于 10,拒绝了“工具变量是弱工具变量”的原假设,表明所选工具变量均不存在弱工具问题。上述结果表明,本文构造的工具变量是合理的。两阶段最小二乘回归的第二阶段回归结果显示,核心解释变量的回归系数均显著为负,表明在控制潜在内生性问题后,本文的基准回归结果仍然成立,进一步验证了假设 1。

表 3 内生性分析回归结果

变量	$IV1$		$IV2$	
	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
DPI		-0.088 9** (-2.570 9)		-0.105 0** (-2.593 5)
工具变量	0.075 5*** (5.696 5)		0.002 2*** (3.926 1)	
Kleibergen-Paap rk LM	7.107 0 [0.007 7]		5.190 0 [0.022 7]	
Kleibergen-Paap Wald rk F	32.450		15.414	
国家(地区)层面控制变量	控制	控制	控制	控制
行业层面控制变量	控制	控制	控制	控制
国家(地区)固定效应	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	20 171	20 171	17 210	17 210
$\overline{R^2}$	0.749 8	0.008 6	0.794 3	0.008 1

注:中括号内数值是统计量对应的 P 值。

(三) 稳健性检验

为检验基准结果的稳健性,本文进行了三方面的检验^①:替换被解释变量、替换核心解释变量、替换固定效应。检验结果一致表明,数据流动规则越宽松,即数据自由流动程度越高,制造业出口技术复杂度越能得到提升,从而进一步验证了基准回归结果的稳健性。

(四) 异质性分析

1. 制造业行业异质性

高科技行业通常具备较高的知识密集度,其研发活动涉及复杂的技术交流与跨国合作、大规模的信息

① 受篇幅所限,稳健性检验的具体结果未列出,备案。

流通以及数据实时分析。因此,该类行业对数据的传输能力和流动效率提出了更高要求,亟须大量稳定高效且低壁垒的数据资源以支撑全球资源整合与协同创新。在此背景下,本文预期数据流动规则对制造业出口技术复杂度的影响因行业技术属性不同而存在显著差异。本文借鉴张洪胜等(2024)^[37]的分类方法,构建高科技行业哑变量 *htech*,若行业属于高科技行业则赋值为 1,否则为 0。在基准回归模型的基础上引入核心解释变量与该哑变量的交互项,回归结果见表 4。结果显示,交互项回归系数显著为负,表明在高科技行业中,数据流动程度越高,对其出口技术复杂度的提升作用越强。这验证了高科技行业对数据流动规则的变动更敏感,数据在促进其技术积累与出口产品升级方面具有更大的边际效应。

本文进一步探讨不同要素密集度行业之间数据流动规则效应的差异。参考齐俊妍等(2023)^[38]的行业分类标准,将制造业划分为劳动密集型、资本密集型、技术密集型三类,并分别构建“技术密集型行业”与“劳动密集型行业”两个哑变量,若行业属于技术密集型,则赋值 *intensive_te* 为 1,否则为 0;若行业属于劳动密集型,则赋值 *intensive_l* 为 1,否则为 0。本文将核心解释变量与两个哑变量的交互项同时纳入回归模型进行检验,回归结果见表 4。其中,技术密集型行业的交互项回归系数显著为负,而劳动密集型行业的交互项回归系数不显著,这表明相较于资本密集型行业,数据流动规则对技术密集型行业出口技术复杂度的提升作用更为明显,而对劳动密集型行业的影响相对较弱。原因可能在于,技术密集型行业通常具有更高的数字化基础和技术创新能力,数据作为技术进步与知识溢出的关键生产要素,其自由流动对于激发企业的研发潜力和推动高端制造具有决定性意义;而劳动密集型行业受限于生产方式与技术结构,对数据要素的依赖程度相对较低。

表 4 异质性分析回归结果(一)

变量	高科技行业	要素密集型	跨境数据流动	国内数据流动
<i>DPI</i>	-0.025 3 *	-0.030 9 *		
	(-1.831 9)	(-2.264 5)		
<i>DPI × htech</i>	-0.037 8 ***			
	(-3.016 8)			
<i>DPI × intensive_te</i>		-0.023 8 *		
		(-1.757 3)		
<i>DPI × intensive_l</i>		0.010 1		
		(0.626 4)		
<i>DPI_CB</i>			-0.050 9 ***	
			(-2.758 6)	
<i>DPI_DOM</i>				-0.055 7 **
				(-2.269 1)
国家(地区)层面控制变量	控制	控制	控制	控制
行业层面控制变量	控制	控制	控制	控制
国家(地区)固定效应	控制	控制	控制	控制

表4(续)

变量	高科技行业	要素密集型	跨境数据流动	国内数据流动
行业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	20 171	20 171	20 171	20 171
$\overline{R^2}$	0. 834 1	0. 834 1	0. 834 1	0. 834 1

2. 数据流动规则异质性

本文利用 ECIPE-DTE 数据库中关于各国(地区)的数据流动限制措施,构建了核心解释变量 DPI ,现将各国(地区)实施的数据流动规则划分为跨境数据流动规则和国内数据流动规则,并借鉴费拉卡内等(2018)^[32]的加权赋值方法,分别测算出跨境数据流动指数 DPI_{CB} 和国内数据流动指数 DPI_{DOM} 。通过引入这两个维度的指标,本文检验了跨境数据流动规则与国内数据流动规则对制造业出口技术复杂度的异质性影响,回归结果见表 4。结果表明,跨境数据流动指数与国内数据流动指数的回归系数均为负,且分别在 1%和 5%水平下显著,说明两类指数均对制造业出口技术复杂度产生抑制作用,且效应强度接近。其背后逻辑在于,跨境数据流动规则通过设定数据本地化、限制跨境传输等要求,阻碍了国际数据交换与技术合作,增加了企业合规成本;而严格的隐私保护法规等国内数据流动规则可能会降低数据资源的使用效率,制约企业在数据分析、技术研发中的实际应用,从而共同削弱制造业的技术升级能力。

进一步地,本文根据费拉卡内等(2018)^[32]的指标构建过程,将以上两类政策措施细化为多项分指标,跨境数据流动规则包括禁止跨境数据传输、数据本地化存储及有条件跨境流动三类,国内数据流动规则涵盖数据保留要求、数据隐私的主体权利、数据隐私的管理要求、违规行为处罚和其他相关限制等五类。参考蒋为等(2023)^[39]的做法,本文将各项分指标作为解释变量进行回归(用 DPI_x 统一表示),异质性分析结果见表 5。结果表明,在跨境数据流动规则中,“禁止跨境数据传输”与“数据本地化存储”两项规则对制造业出口技术复杂度具有抑制效应,反映出其对跨境信息流动和技术扩散的直接阻断效应。在国内数据流动规则方面,与数据隐私相关的措施(如“主体权利”和“管理要求”)同样对制造业出口技术复杂度造成负向影响,而“数据保留”与“其他措施”的影响并不明显。可能的原因在于,严苛的隐私保护制度可能导致数据共享受限,阻碍企业间知识外溢与 Innovation 合作,进而抑制出口产品的技术复杂度提升。

表 5 异质性分析回归结果(二)

变量	禁止跨境 数据传输	数据本地 化存储	有条件 跨境流动	数据保留 要求	数据隐私的 主体权利	数据隐私的 管理要求	违规行为 处罚	其他相关 限制
DPI_x	-0. 052 5 *** (-2. 769 6)	-0. 077 5 *** (-3. 134 2)	-0. 070 5 ** (-2. 509 6)	-0. 005 5 (-0. 132 7)	-0. 292 0 *** (-3. 043 9)	-0. 253 5 *** (-3. 102 6)	-0. 251 8 * (-1. 797 5)	-0. 019 2 (-0. 184 7)
国家(地区)层面控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业层面控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
国家(地区)固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制

表5(续)

变量	禁止跨境 数据传输	数据本地 化存储	有条件 跨境流动	数据保留 要求	数据隐私的 主体权利	数据隐私的 管理要求	违规行为 处罚	其他相关 限制
行业固定效应	控制	控制	控制	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	控制	控制	控制
观测值	20 171	20 171	20 171	20 171	20 171	20 171	20 171	20 171
$\overline{R^2}$	0.834 1	0.834 1	0.834 1	0.834 1	0.834 1	0.834 1	0.834 1	0.834 1

五、机制效应分析

本文深入探讨了数据流动规则对制造业出口技术复杂度的三条潜在影响机制:数字技术赋能效应、贸易成本降低效应和外部需求提振效应。本文借鉴已有的研究方法^[40-41],设定如下模型进行机制效应分析:

$$M_{ijt} = \alpha + \beta DPI_{it} + C'_{it}\gamma + Z'_{ijt}\theta + \delta_i + \eta_j + \phi_t + \varepsilon_{ijt} \tag{4}$$

$$M_{it} = \alpha + \beta DPI_{it} + C'_{it}\gamma + \delta_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \tag{5}$$

其中, M_{ijt} 是“国家(地区)-行业-年份”层面的机制变量,如工业机器人使用密度; M_{it} 是“国家(地区)-年份”层面的机制变量,如贸易成本。

(一) 数字技术机制效应分析

理论分析表明,数据流动规则通过赋能数字技术进而提升制造业出口技术复杂度,本文从智能技术和要素流动两个方面对数字技术水平进行刻画。在智能技术方面,本文基于“国家(地区)-行业-年份”层面的工业机器人存量数据进行分析^[42],数据来源于国际机器人联合会(IFR)。关于工业机器人使用密度的测算,本文借鉴了现有文献的两种方法:一是基于每周平均工作时间的工业机器人存量;二是每千名制造业就业人员拥有的工业机器人数量^[43-44]。具体计算如下:

$$\ln robot1_{ijt} = \frac{robotstock_{ijt}}{workingtime_{ijt}}, \ln robot2_{ijt} = \frac{robotstock_{ijt}}{employee_{ijt}} \tag{6}$$

其中, $\ln robot1_{ijt}$ 和 $\ln robot2_{ijt}$ 表示不同测算方式下的各国(地区)每年细分行业的工业机器人使用密度; $robotstock_{ijt}$ 为 t 年 i 国(地区) j 行业的工业机器人存量; $workingtime_{ijt}$ 代表各国(地区)制造业的每周平均工作时间,数据来源于国际劳工组织(ILO); $employee_{ijt}$ 代表各国(地区)制造业的就业人员(千名),数据来源于联合国工业发展组织(UNIDO)。为确保数据的一致性,本文将上述数据库中的行业代码统一为 IFR 行业分类标准。对应的机制效应分析结果见表 6,其中,数据政策指数 DPI 的回归系数在 1% 水平下均显著为负,表明宽松的数据流动规则提高了各国(地区)制造业的工业机器人使用密度,进而赋能数字技术快速发展。

表 6 数字技术机制效应分析的回归结果

变量	工业机器人使用密度		研发投入	
	$\ln robots1$	$\ln robots2$	RD_{of}	$\ln RDers$
DPI	-0.472 3 *** (-3.878 2)	-0.520 0 *** (-6.888 5)	-0.138 7 *** (-3.204 3)	-0.233 3 *** (-10.803 7)

表6(续)

变量	工业机器人使用密度		研发投入	
	lnrobots1	lnrobots2	RD_of	lnRDers
国家(地区)层面控制变量	控制	控制	控制	控制
行业层面控制变量	控制	控制	未控制	未控制
国家(地区)固定效应	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	未控制	未控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	7 011	10 585	17 037	15 598
$\overline{R^2}$	0. 767 3	0. 672 5	0. 968 1	0. 978 8

在要素流动方面,本文借鉴刘斌和潘彤(2020)^[23]的研究,使用研发支出占比(Rd_of)和研发人员数量($\ln RDers$)来衡量研发投入,二者均为国家(地区)-年份层面的变量,数据来源于世界银行 WDI 数据库。机制效应分析结果见表 6,其中数据政策指数 DPI 的回归系数在 1% 水平下显著为负,这表明宽松的数据流动规则推动了国家(地区)间研发投入的增加,为知识溢出和技术溢出奠定了基础,从而提升了一国(地区)制造业的技术创新能力,加速了数字技术的进步。

综上所述,机制效应分析结果表明,数据流动规则能对数字技术起到赋能作用。数字技术通过自动化、智能化和数据驱动的生产模式,可以大幅提升制造业的生产效率。例如,工业机器人的应用减少了生产过程中的人工干预,降低了出错率,同时提高了生产精度^[43]。此外,数字技术还可以缩短研发周期,在数字技术的支持下,制造企业能够更快适应市场变化,并生产出更具技术含量的产品,从而提升出口的技术复杂度^[44]。因此,数据流动规则通过赋能数字技术,进一步提升了制造业出口技术复杂度,验证了假设 2。

(二) 贸易成本机制效应分析

理论分析表明,数据流动规则通过降低贸易成本进而提升制造业出口技术复杂度。学界对贸易成本的测度分为直接和间接两种方法^[45]。目前运用最多的是基于诺维(Novy, 2013)^[46]提出的间接测度方法,该方法测算了双边贸易成本,不仅包括国际运输成本和关税,还包括安德森和温科普(Anderson & van Wincoop, 2004)^[47]讨论的其他贸易成本,如与语言、货币差异、贸易程序相关的成本。在此基础上,本文以出口国(地区)对各目的国(地区)的出口份额为权重,对双边贸易成本进行加权,得到出口国(地区)的综合贸易成本($\ln \tau$)。计算公式如下:

$$\tau_{ii} = \sum_j \frac{x_{ijt}}{x_{it}} \tau_{ijt} = \sum_j \left[\left(\frac{x_{iit} x_{jtt}}{x_{ijt} x_{jtt}} \right)^{\frac{1}{2(\sigma-1)}} - 1 \right] \quad (7)$$

其中, τ_{ii} 表示*i*国(地区)的综合贸易成本; x_{it} 代表*i*国(地区)总出口; x_{iit} 和 x_{jtt} 分别代表*i*国(地区)和*j*国(地区)的国(地区)内贸易值; x_{ijt} 和 x_{jit} 分别代表*i*国(地区)向*j*国(地区)的出口值和*j*国(地区)向*i*国(地区)的出口值; σ 为替代弹性,参照诺维(2013)^[46]的做法,将 σ 设定为 8。相关数据来自联合国商品贸易统计(UN Comtrade)数据库和世界银行 WDI 数据库,对应的机制效应分析结果见表 7。结果表明,数据政策指数提高了综合贸易成本。为剔除关税对贸易成本的影响,本文借鉴宋跃刚和陈文元(2024)^[48]的方法,选

取亚太经济社会委员会-世界银行贸易成本(ESCAP-World Bank Trade Cost)数据库中经济体间的双边非关税贸易成本作为贸易成本的代理变量,同理以出口份额为权重进行加权计算,得到出口国(地区)的综合非关税贸易成本($\ln non\tau$)。由表7可知,数据政策指数也提升了非关税贸易成本。综上,宽松的数据流动规则降低了各国(地区)的贸易成本,与理论分析一致。

表 7 贸易成本机制效应分析的回归结果

变量	综合贸易成本	非关税贸易成本	物流运输成本	搜寻匹配成本
DPI	0.121 1 *** (13.759 3)	0.148 3 *** (16.657 5)	-0.068 8 *** (-4.737 9)	-4.729 4 *** (-25.070 0)
国家(地区)层面控制变量	控制	控制	控制	控制
国家(地区)固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	23 828	23 828	7 704	23 373
$\overline{R^2}$	0.856 7	0.837 4	0.924 1	0.930 7

本文从物流运输成本和搜寻匹配成本两个角度对贸易成本进行直接测度。在物流运输成本方面,借鉴张洪胜和潘钢健(2021)^[49]的研究,采用物流绩效指数(LPI)对物流运输成本进行度量,数据来源于世界银行WDI数据库,自2007年起发布,该指标值越大表明物流效率和服务质量越高,即物流运输成本越低。对应的回归结果见表7,其中核心解释变量的回归系数在1%水平下显著为负,表明宽松的数据流动规则会降低各国(地区)的物流运输成本。在搜寻匹配成本方面,借鉴张洪胜和潘钢健(2021)^[49]的度量方法,本文采用信息通信技术(ICT)服务出口强度($ICTex$,即ICT服务出口占服务总出口的比重)进行刻画,数据来源于世界银行WDI数据库。作为数字基础设施的重要组成部分,ICT服务出口强度越高,意味着信息获取能力越强,搜寻匹配成本也越低。对应的回归结果见表7,其中核心解释变量的回归系数在1%水平下显著为负,表明宽松的数据流动规则会降低各国(地区)的搜寻匹配成本。

综上所述,机制效应分析结果表明,宽松的数据流动规则能够降低贸易成本。贸易成本的下降不仅降低了出口产品进入国际市场的门槛,增强了企业参与国际市场竞争的能力,而且在全球价值链深化的背景下,为各国(地区)更便捷地嵌入高附加值环节创造了条件,从而推动出口技术复杂度的提升^[47]。由此可见,宽松的数据流动规则通过降低贸易成本从而提升了制造业出口技术复杂度,假设3得以验证。

(三) 外部需求机制效应分析

理论分析表明,数据流动规则通过提振外部需求进而提升制造业出口技术复杂度。关于外部需求指标的测算方法,当前主要以贝尔曼和库特尼耶(Berman & Couttenier, 2015)^[50]和梅耶等(Mayer et al., 2021)^[51]的研究为代表。在此基础上,本文分别构建了国家(地区)-年份层面及国家(地区)-行业-年份层面的外部需求指标,旨在反映不同国家(地区)及其细分行业的外部潜在市场需求。具体测算方法如下:

$$shock_{it} = \sum_k \frac{x_{ikt}}{x_{it}} M_{(world-i)kt}, demand_{it} = \sum_k M_{(world-i)kt}$$

(8)

$$shock_{ijt} = \sum_{k \in j} \frac{x_{ijkt}}{x_{ijt}} M_{(world-i)kt}, demand_{it} = \sum_{k \in j} M_{(world-i)kt}$$

(9)

其中, $shock$ 代表加权外部需求, $demand$ 代表未加权外部需求, 回归中取对数, 分别记为 $lnshock$ 和 $lndemand$; x_{ikt}/x_{it} 和 x_{ijkt}/x_{it} 代表 t 年 i 国(地区) j 行业 k 产品的出口份额; $M_{(world-i)kt}$ 表示 t 年产品 k 在除国家(地区) i 外世界市场的总进口额, 衡量世界市场对国家(地区) i 产品 k 的外部潜在市场需求。相关数据均来自 CEPII-BACI 数据库。外部需求机制效应分析结果如表 8 所示, 无论是国家(地区)层面还是国家(地区)-行业层面的指标, 结果均表明宽松的数据流动规则提振了外部需求。

表 8 外部需求机制效应分析的回归结果

变量	国家(地区)层面外部需求		国家(地区)-行业层面外部需求	
	$lnshock_{it}$	$lndemand_{it}$	$lnshock_{ijt}$	$lndemand_{ijt}$
DPI	-0.593 3*** (-18.728 5)	-0.017 3*** (-21.618 2)	-0.118 3** (-2.360 8)	-0.103 3*** (-2.887 5)
国家(地区)层面控制变量	控制	控制	控制	控制
行业层面控制变量	未控制	未控制	控制	控制
国家(地区)固定效应	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	未控制	未控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	25 076	25 076	20 171	20 171
$\overline{R^2}$	0.243 0	0.997 2	0.337 3	0.882 7

数据流动规则通过提振外部需求,使企业能够准确把握国际市场的需求趋势,从而生产出更符合国际标准的产品。以跨境电商平台为例,企业可以快速响应国际消费者的需求,提供高端和定制化的产品,进一步提升出口技术复杂度^[30]。外部需求的增加,不仅促使制造业企业扩大生产规模以满足市场需求,还激励企业加大技术研发投入,包括引进先进生产设备、吸纳高技能人才等,进而提高生产效率和产品技术复杂度^[52]。例如,当外部市场对高端电子产品的需求增加时,电子制造企业将加大在芯片制造、精密组装等技术领域的研发投入,提升其出口电子产品的技术含量。在全球价值链深化的背景下,外部需求的增长进一步推动企业深度参与全球价值链分工。为了获取更高的附加值,企业将不断提升技术水平和生产工艺,从而提升出口产品的技术复杂度。综上分析,数据流动规则通过提振外部需求进而提升了制造业出口技术复杂度,假设 4 得到验证。

六、结论与建议

随着全球数字化变革的深入推进,以数据要素流通为基础的新一轮科技革命和产业变革正在加速重塑全球经济与贸易格局。本文从数据流动限制视角切入,测算了 55 个国家(地区)的数据政策指数以衡量数据流动规则的强度,实证检验了数据流动规则对制造业出口技术复杂度的影响及其作用机制,并进一步从制造业行业特征与数据流动规则两个维度进行异质性分析。主要研究结论如下:第一,宽松的数据流动规则对制造业出口技术复杂度具有提升作用,基准结果在控制内生性及一系列稳健性检验后依然稳健;第二,宽松的数据流动规则对高科技行业、技术密集型制造业的促进效应更强,且跨境数据流动规则的提升作用强于国内数据流动规则;第三,数据流动规则主要通过数字技术赋能效应、贸易成本降低效应以及外部需求提振效应三条渠道提升制造业出口技术复杂度。

基于以上研究结论,本文提出如下政策建议。

第一,构建有序开放的数据流动制度体系,夯实制造业高质量发展的制度基础。随着《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等法规的实施,中国数据治理体系日趋完善,但当前跨境数据流动仍存在审批周期长、不确定性强等问题。为此,在保障数据安全的前提下,中国应从制度层面推动建立安全、透明的数据流动规则。一方面,应加快落实数据分类分级管理体制,探索“标准合同+负面清单+安全评估”相结合的数据流通管理框架,提升政策执行效率;另一方面,应积极参与国际数字贸易规则制定与区域数字经济合作,提升中国在全球数据治理中的制度话语权,降低制造业企业参与国际合作与出口的制度性障碍。

第二,强化数据基础设施建设,提升制造企业获取与利用数据的能力。在制造业高端化、智能化、绿色化转型过程中,应加快建设覆盖工业互联网、供应链协同平台、产业链数据通道等核心基础设施,打造支撑制造业企业数据要素获取与应用的公共支撑体系。一方面,应推动设立制造业数据共享平台,尤其是支持重点产业链环节实现数据互联互通,降低中小企业获取高质量数据的门槛;另一方面,鼓励头部企业发挥“数据枢纽”带头作用,建设以工业场景使用为核心的开放数据生态,促进数据资源在企业间、行业间合理配置,激发数据要素的更大价值。

第三,深化数字技术与制造业融合,推动制造业出口产品向中高端迈进。应以产业数字化为抓手,推动大数据、人工智能、云计算等关键技术在制造业生产、管理和出口全过程中的深度融合。一是要支持制造业龙头企业建设“数据驱动型”研发平台,推动企业从产品制造向售后服务全流程贯通,提升出口产品的技术附加值;二是要加大对高研发强度制造业的财政与税收支持,聚焦智能装备、新材料、生物制造等关键领域,推动关键核心技术自主创新与出口竞争能力提升;三是利用数据流动规则推动制造企业提升柔性化生产与个性化定制等服务能力,增强其参与全球高端价值链的能力。

参考文献:

- [1] HAUSMANN R, HWANG J, RODRIK D. What you export matters[J]. *Journal of Economic Growth*, 2007, 12(1): 1-25.
- [2] 王永进,盛丹,施炳展,等. 基础设施如何提升了出口技术复杂度? [J]. *经济研究*, 2010, 45(7): 103-115.
- [3] 屠年松,郑雅哲,官波. 制造业出口技术复杂度对绿色全要素生产率的影响[J]. *中国流通经济*, 2023, 37(8): 78-89.
- [4] 党琳,李雪松,申烁. 制造业行业数字化转型与其出口技术复杂度提升[J]. *国际贸易问题*, 2021(6): 32-47.
- [5] 岳云嵩,李兵,李柔. 互联网会提高企业进口技术复杂度吗——基于倍差匹配的经验研究[J]. *国际贸易问题*, 2016(12): 131-141.
- [6] AMITI M, FREUND C. The anatomy of China's export growth[Z]. *World Bank Policy Research Working Paper No. 4628*, 2008.
- [7] XU B, LU J Y. Foreign direct investment, processing trade, and the sophistication of China's exports[J]. *China Economic Review*, 2009, 20(3): 425-439.
- [8] 刘维林,李兰冰,刘玉海. 全球价值链嵌入对中国出口技术复杂度的影响[J]. *中国工业经济*, 2014(6): 83-95.
- [9] 卓乘风,邓峰. 基础设施投资与制造业贸易强国建设——基于出口规模和出口技术复杂度的双重视角[J]. *国际贸易问题*, 2018(11): 104-119.
- [10] 戴魁早. 技术市场发展对出口技术复杂度的影响及其作用机制[J]. *中国工业经济*, 2018(7): 117-135.
- [11] 卢福财,金环. 互联网是否促进了制造业产品升级——基于技术复杂度的分析[J]. *财贸经济*, 2020, 41(5): 99-115.
- [12] 周家正,赵家章. 大数据发展如何影响出口技术复杂度? ——来自国家级大数据综合试验区的经验证据[J]. *首都经济贸易大学学报*, 2025, 27(2): 63-78.
- [13] FERRACANE M F, LEE-MAKIYAMA H, VAN DER MAREL E. Digital trade restrictiveness index [R]. Brussels: European Center for International Political Economy, 2018.
- [14] FERENCZ J. The OECD digital services trade restrictiveness index[Z]. *OECD Trade Policy Papers No. 221*, 2019.
- [15] 周念利,姚亭亭. 数据跨境流动限制性措施对数字贸易出口技术复杂度影响的经验研究[J]. *广东财经大学学报*, 2021, 36(2): 4-15.
- [16] 齐俊妍,强华俊. 跨境数据流动限制、数字服务投入与制造业出口技术复杂度[J]. *产业经济研究*, 2022(1): 114-128.

- [17]何琨玟,马莉莉,任玥萱.数据赋能出口技术复杂度提升的机制与路径研究[J].中国软科学,2023(4):54-65.
- [18]杜勇,曹磊,谭畅.平台化如何助力制造企业跨越转型升级的数字鸿沟?——基于宗申集团的探索性案例研究[J].管理世界,2022,38(6):117-139.
- [19]马永开,李仕明,潘景铭.工业互联网之价值共创模式[J].管理世界,2020,36(8):211-222.
- [20]袁其刚,嵇泳盛,于舒皓.人工智能促进了制造业企业出口产品升级吗?——基于技术复杂度视角的分析[J].产业经济评论,2022(3):69-82.
- [21]黄卓,陶云清,刘兆达,等.智能制造如何提升企业产能利用率——基于产消合一的视角[J].管理世界,2024,40(5):40-59.
- [22]李磊,王小霞,包群.机器人的就业效应:机制与中国经验[J].管理世界,2021,37(9):104-119.
- [23]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,2020,37(10):24-44.
- [24]徐照宜,巩冰,陈彦名,等.全球数字自动化转型下工业机器人对突破性创新的影响研究——基于 UNIDO 41 国分行业数据的实证检验[J].国际贸易问题,2024(2):90-106.
- [25]刘斌,甄洋.数字贸易规则与研发要素跨境流动[J].中国工业经济,2022(7):65-83.
- [26]张先锋,程亚波,李辉.数据跨境流动规则如何影响制造业全球价值链分工地位[J].国际贸易问题,2024(4):67-86.
- [27]杜传忠,曹效喜,刘书彤.数据要素市场化与地区绿色低碳发展——来自数据交易平台建设的准自然实验[J].经济与管理研究,2025,46(4):25-44.
- [28]GOLDFARB A, TUCKER C. Digital economics[J]. Journal of Economic Literature, 2019, 57(1): 3-43.
- [29]张兵兵,陈静,朱晶,等.人工智能与企业出口技术复杂度提升[J].国际贸易问题,2023(8):143-157.
- [30]权小锋,李闯.智能制造与成本粘性——来自中国智能制造示范项目的准自然实验[J].经济研究,2022,57(4):68-84.
- [31]唐宜红,俞峰,林发勤,等.中国高铁、贸易成本与企业出口研究[J].经济研究,2019,54(7):158-173.
- [32]FERRACANE M F, KREN J, VAN DER MAREL E. Do data policy restrictions impact the productivity performance of firms and industries? [Z]. ECIPE DTE Working Paper No. 1, 2018.
- [33]齐俊妍,王永进,施炳展,等.金融发展与出口技术复杂度[J].世界经济,2011,34(7):91-118.
- [34]毛其淋,王凯璇.互联网发展如何优化企业资源配置——基于企业库存调整的视角[J].中国工业经济,2023(8):137-154.
- [35]刘斌,赵晓斐.制造业投入服务化、服务贸易壁垒与全球价值链分工[J].经济研究,2020,55(7):159-174.
- [36]柯明,林益安,戴翔.数字基础设施如何提升出口技术复杂度?:兼论与传统基础设施的作用比较[J].世界经济研究,2023(5):32-45.
- [37]张洪胜,杜雨彤,张小龙.产业数字化与国内大循环[J].经济研究,2024,59(5):97-115.
- [38]齐俊妍,李月辉,强华俊.对外缔结 RTA 数字贸易规则能否促进本国产业数字化发展[J].国际经贸探索,2023,39(8):40-56.
- [39]蒋为,陈星达,彭森,等.数字规制政策、外部性治理与技术创新——基于数字投入与契约不完全的双重视角[J].中国工业经济,2023(7):66-83.
- [40]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.
- [41]毛其淋,王玥清.ESG 的就业效应研究:来自中国上市公司的证据[J].经济研究,2023,58(7):86-103.
- [42]黄亮雄,林子月,王贤彬,等.工业机器人应用对全球价值链分工地位的影响——来自跨国面板数据的经验证据[J].经济与管理研究,2024,45(2):41-69.
- [43]GRAETZ G, MICHAELS G. Robots at work[J]. The Review of Economics and Statistics, 2018, 100(5): 753-768.
- [44]ACEMOGLU D, RESTREPO P. Robots and jobs: evidence from US labor markets[J]. Journal of Political Economy, 2020, 128(6): 2188-2244.
- [45]刘斌,甄洋,李小帆.规制融合对数字贸易的影响:基于 WIOD 数字内容行业的检验[J].世界经济,2021,44(7):3-28.
- [46]NOVY D. Gravity redux: measuring international trade costs with panel data[J]. Economic Inquiry, 2013, 51(1): 101-121.
- [47]ANDERSON J E, VAN WINCOOP E. Trade costs[J]. Journal of Economic Literature, 2004, 42(3): 691-751.
- [48]宋跃刚,陈文元.区域服务贸易协定深度对企业全球价值链韧性的影响效果与机制检验[J].世界经济研究,2024(8):60-74.
- [49]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,2021,56(9):141-157.
- [50]BERMAN N, COUTTINIER M. External shocks, internal shots: the geography of civil conflicts[J]. The Review of Economics and Statistics, 2015, 97(4): 758-776.
- [51]MAYER T, MELITZ M J, OTTAVIANO G I P. Product mix and firm productivity responses to trade competition[J]. The Review of Economics and Statistics, 2021, 103(5): 874-891.
- [52]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.

Data Flow Regulations and Technological Complexity of Manufacturing Exports

XIE Juanjuan, XIAO Shufan

(Nankai University, Tianjin 300071)

Abstract: With the acceleration of global digitalization, data has emerged as a critical factor driving economic growth and technological advancement. To safeguard national security and protect personal privacy, countries have established institutional frameworks for data flow regulations across multiple dimensions, including cross-border transmission, data localization, and security reviews. Against this backdrop, a pressing issue is how to design scientific and reasonable data flow regulations that can unlock the potential of data as a production factor, thereby promoting the restructuring of the manufacturing system and facilitating technological upgrading. Therefore, this paper examines the issue from the perspective of data flow restrictions.

Drawing upon the ECIPE-DTE database, this paper constructs a data policy index covering 55 economies from 2000 to 2018. Then, it combines the index with panel data for manufacturing industries to systematically analyze the impact of data flow regulations on the technological complexity of manufacturing exports, as well as the underlying mechanisms. The empirical results demonstrate that more relaxed data flow regulations can increase the technological complexity of manufacturing exports. Specifically, three key mechanisms are highlighted: the digital technology enabling effect, the trade cost reduction effect, and the external demand boosting effect.

To empirically verify these mechanisms, this paper employs a multi-dimensional panel fixed effects model. The benchmark regression reveals that data flow regulations exert a positive effect on the technological complexity of manufacturing exports. To address potential endogeneity concerns, this paper constructs two instrumental variables—a weighted data policy index and mobile network coverage—and employs the two-stage least squares (2SLS) estimation method to validate the robustness of the findings. Mechanism tests further demonstrate that relaxed data flow regulations reinforce the digital technology enabling effect by increasing industrial robot density and stimulating R&D expenditure. Meanwhile, rational data flow regulations effectively reduce comprehensive trade costs, logistics costs, and search costs, thereby supporting the trade cost reduction effect. Furthermore, transparent and coordinated data flow regulations enhance the responsiveness of the supply side to global demand shifts, thereby confirming the external demand boosting effect.

The potential contributions are threefold. First, this paper takes data flow regulations as the analytical entry point and systematically investigates their effects on the technological complexity of manufacturing exports, highlighting both their restrictive and enabling dimensions. Second, it improves the measurement of data governance by constructing an extended data policy index panel dataset that enriches existing research in terms of temporal and spatial coverage. Third, it comprehensively identifies and empirically examines three critical channels through which data flow regulations influence the upgrading of manufacturing export structures.

Keywords: data flow regulations; data policy index; manufacturing; technological complexity of manufacturing exports; digital technology empowerment

责任编辑:姜 菜