

数字经济对我国制造业产品出口技术复杂度的影响

——基于中介效应和调节中介效应的分析

丁仁磊, 孙景蔚

杭州电子科技大学经济学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年8月21日; 录用日期: 2023年9月28日; 发布日期: 2023年10月12日

摘要

本文以2013~2020年制造业省级层面的面板数据, 从全国层面、区域异质性以及行业异质性角度实证检验数字经济对制造业产品出口技术复杂度的直接效应、中介效应、以及带调节变量的中介效应。研究表明, 数字经济促进了制造业产品出口技术复杂度的提升, 创新能力在数字经济与出口技术复杂度之间部分发挥着中介作用, 同时市场化进程调节创新能力中介作用。区域异质性结果表明, 市场化进程在东部和中部发挥着对创新中介的调节作用, 且受到市场化水平调节后, 创新能力对制造业出口技术复杂度的促进作用不断增强, 而在西部不存在调节中介效应。行业异质性表明, 不同要素密集度行业下市场化进程均调节促进了创新能力的中介作用, 但是不同行业边际效应不同, 技术密集型边际递减, 劳动密集型和资本密集型边际递增。

关键词

数字经济, 制造业, 出口技术复杂度, 中介效应, 调节中介效应

The Impact of Digital Economy on Technical Complexity of China's Manufacturing Export Products

—Based on Analysis of Intermediary Effect and Moderating Intermediary Effect

Renlei Ding, Jingwei Sun

School of Economics, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang

Received: Aug. 21st, 2023; accepted: Sep. 28th, 2023; published: Oct. 12th, 2023

Abstract

Based on the panel data of manufacturing industry at provincial level from 2013 to 2020, this paper empirically tests the direct effect, mediating effect and moderating effect of digital economy on the technical complexity of manufacturing products export from the perspectives of national level, regional heterogeneity and industry heterogeneity. The results show that digital economy promotes the technological complexity of manufacturing exports, and innovation ability partially plays a mediating role between digital economy and export technological complexity. Meanwhile, marketization process moderates the mediating role of innovation ability. The results of regional heterogeneity show that the process of marketization plays a moderating role in the mediation of innovation in the eastern and central regions, and after the level of marketization is adjusted, the promoting effect of innovation ability on the technical complexity of manufacturing export is enhanced, while there is no moderating effect in the western regions. Industry heterogeneity shows that the process of marketization in industries with different factor intensification all moderates and promotes the mediating effect of innovation capability, but the marginal effect of different industries is different. The marginal effect of technology intensive is decreasing, while the marginal effect of labor intensive and capital intensive is increasing.

Keywords

Digital Economy, Manufacturing, Export Technical Complexity, Mediating Effect, Moderating Mediating Effect

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

改革开放四十年来,我国在经济上取得了一系列巨大的发展。不仅在经济总量上成为了世界第一大国,还成为了出口第一大国。但在国际贸易出口与工业生产方面取得飞跃式发展的背后,仍然隐藏着一系列巨大的问题。比如,我国制造业依然处于低端水平[1],以及其中制造业企业的出口产品附加值较低[2][3]。特别是最近几年由于新冠疫情以及贸易保护主义的抬头,我国的制造业产业链受到冲击,出口贸易生存环境受到约束和挤压。因此,如何让“中国制造”升级成为“中国智造”,并且高水平走出去,成为了需要迫切解决的问题。据中国信息通信研究院统计,2020年我国的数字经济的规模已达到39.2万亿元,占GDP比重达38.6%。2020年初,在新冠肺炎疫情影响下,实体经济短期内受到较大冲击,但数字经济仍然保持着9.7%的高位增长,是同期GDP名义增速的3.2倍。因此,研究数字经济和制造业出口高质量走出去之间的内在关系以及作用机理,探索数字经济嵌入制造业以及高质量走出去,便显得格外重要。

2. 文献综述

在对数字经济的定义上,2016年杭州G20峰会发布的《G20数字经济发展的合作倡议》对数字经济的做了统一的界定,提出数字经济是指围绕数字产业化与产业数字化,将数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代互联网平台作为重要载体促进行业生产效率提升与经济发展结构升级的新经济。随后,中国信通院(2021)[4]在此基础上对数字经济进行了补充界定,指出数字经济是ICT技术与实体产业的应

用融合, 同时也是实现生活方式变革的新经济形态。对数字经济的测度上国内外学者方面, 一般都是通过构建指标体现来对数字经济水平直接进行测度。Haltiwanger (2015) [5]认为应从电子商务、信息技术的基础设施、人力资本、产业结构以及市场价格五个方面来测算数字经济发展情况。杨道玲和李祥丽(2018) [6]从 ICT 基础、ICT 应用、ICT 产业三个方面, 测算了“一带一路”沿线国家的数字经济发展水平。刘志坚(2021) [7]从数字经济基础设施、数字化产业、数字技术融合三个维度具体构建了 12 个指标, 根据相应权重计算得到了各省市的数字数字经济指数。张艳萍等(2022) [8]从投入产出的角度, 选取制造业数字化投入作为数字经济水平的代理变量, 并以国际投入产出表中数字经济基础部门对中国各制造部门的增加值投入量来衡量。郭吉涛和梁爽(2021) [9]运用熵权 TOPSIS 法从发展潜力、生产应用、生活应用、基础设施四个方面测度了我国生级的数字经济水平。

Hausmann (2003) [10]最早用复杂度的这一概念来代表产品技术含量, 并在其随后研究中将这一概念运用到国际贸易领域, 形成出口技术复杂度的概念。测算方式上目前基本为收入指标法。最早由 Michaely M (1984) [11]所提出, 并由 Hausmann R (2003) [10]、Rodrik D (2006) [12]等学者不断完善。主要计算逻辑是首先统计所有出口同一种产品的国家和地区, 并再统计这些国家和地区的人均收入水平, 然后以人均收入高低作为产品技术含量的替代变量, 若某一产品大多数由人均收入高的国家或地区出口, 则说明此产品具有更高的技术含量; 反之, 则说明此产品的技术含量不足。随后, Hausmann 和 Rodrik (2007) [12] [13]两位学者又进一步完善了有关出口技术复杂度指标的计算, 给出了新的定义。从产品层面、行业层面和国家层面的角度来构成技术含量高低。在此逻辑基础上, 再选择合适的权重, 即可计算出各国各地区的出口技术复杂度水平。

闫林楠等(2022) [14]研究发现互联网发展水平的提高通过出口广延边际的扩张对企业出口增长产生影响。Ferro (2011) [15]的研究表明, 企业使用互联网工具如网站和电子邮箱比不使用的企业更倾向于出口。Lin 和 Faqin (2015) [16]发现互联网能够降低贸易成本, 并且用户每增加 10%, 国际贸易就会增加 0.2%~0.4%。李冰和李柔(2017) [17]研究认为互联网对企业出口及出口密集度有显著的促进作用, 不同的国家及企业存在异质性, 对于企业而言互联网对出口的影响大于其国内销售影响。茹玉骢和李燕(2014) [18]基于世界银行中国企业调查数据, 运用用广义倾向得分匹配法研究发现互联网对不同所有制企业进行研究, 发现出口贸易具有促进作用, 且规模大企业高于规模小企业、外资企业大于内资企业、民营企业大于国营企业。另外一些学者研究将互联网拓展到更高的数字经济维度, 探究数字经济对制造业竞争力的直接效应以及间接效应。韩剑等(2018) [19]认为数字经济促使全球产品分工精细化, 拓宽了各国在全球价值链中的参与度, 直接促进了各国经济发展。在数字化浪潮下, 数字经济推动了价值链变革、生产率变革、供应链协同创新变革与管理变革, 直接增强了产品品质和制造业核心竞争力。王永龙等(2020) [20]张晴等(2020) [21]研究发现数字化间接地通过提高企业生产率、出口产品质量与创新能力三个渠道显著提升了企业在全价值链的分工地位。何文彬(2020) [22]进一步指出数字经济对中国中高知识密集度的制造业部门更加显著。

梳理现有文献发现, 大多数研究都认同数字经济促进了中国企业的出口贸易, 但整体来看, 相关研究存在如下不足。一是较少文献关注到市场化因素在数字经济对制造业出口技术复杂度中所起到的调节作用, 大多都集中在贸易成本、创新能力在其中所起的中介作用。二是市场化因素怎样调节创新能力, 是增强还是降低创新能力的中介效应, 目前没有相关研究。三是市场化调节变量对创新中介的增强或者降低效应是否存在边际递增或者边际递减的情况, 目前较少文献关注。因此, 本文以制造业出口技术复杂度表征制造业高质量走出去, 将创新能力作为中介变量, 市场化因素作为调节变量, 探究数字经济对制造业出口技术复杂度在调节中介效应下的影响。同时, 将样本按照区域异质性和行业异质性进行划分, 以期得到更加细致层面的结果。

3. 理论机制分析

3.1. 数字经济与出口技术复杂度

出口技术复杂度受到出口产品技术含量变化和贸易结构调整的影响, 因此其反映的是一个区域的出口商品技术含量和出口商品结构的综合指标, 出口产品技术水平的变动和商品结构的改变都会对该区域的出口技术复杂度产生直接影响。当今世界, 数字经济与制造业为主的实体经济的联系愈发的紧密和融合, 其商业模式不断地创新, 信息化效率不断提高, 同时数字经济在出口产品的技术水平含量和出口结构上也不断产生着重要作用, 从而影响出口技术复杂度。在技术水平上, 数字经济具有高渗透性和高协调性, 其将消费者、生产者以及当地的创新技术研究机构联系在一起, 使其共同参与到以产品生产与服务供需为主导的商业化创新体系中。首先数字经济在产业应用部门中存在前项创新关联溢出机制。由于数字经济快捷迅速广泛的传播, 市场创新主体以及市场参与者都能够便捷的享受到创新带来的福利, 创新技术随着数字经济高效快速落地, 形成研产融合, 从而促进创新活动的在进行; 其次, 数字经济在产业研发部门中存在着后项创新关联溢出机制。研发生产部门首先具备优秀的创新能力, 将产品推向市场, 并经过市场的检验, 才能够获得回报。这一市场机制不断倒逼研发生产部门不断提升自身研发创新能力。因此, 在前后双向创新关联机制的作用下, 数字经济可以有效促进区域创新能力和提升出口商品技术水平含量[23]。从出口结构上看, 数字经济不断创造新的产业和新的商业模式, 同时也产生了大量高新技术和高新产品, 进而大大拓展了区域产品的多样性和复杂性。数字经济的客观发展又要求计算机、通信技术 etc 数字产业的不断提高, 从而促进了数字产业化部门的发展, 提升了高技术产品在出口产品中所占比重。随着数字通信技术的发展, 信息技术不断优化加强, 使得倒逼筛选出区域内产品技术含量最高的产品, 从而推动整个区域的产品技术复杂度与产业竞争力提升[24]。据此提出以下假设:

假设 H1: 数字经济能够促进出口技术复杂度。

3.2. 创新能力在数字经济对出口技术复杂度影响中的作用

数字经济提升了区域创新能力。数字经济的发展促进了信息技术与社会各业态各产业链的融合, 促进了产业数字化。数字技术的应用使得创新资源的获取超脱了地理距离的限制, 并且连接了创新资源和不同创新主体之间的连接, 进而推动多类创新主体通过数字技术相互联系参与创新活动, 促进协同创新, 提升地区创新能力和创新质量[25]。不同的创新主体在数字化改造下不断拓展自身的产业链、生态链, 尝试广泛涉足其他领域。在此期间会不断创新新产品、拓展新技术, 进而提升整个区域的创新能力。另一方面, 数字经济的发展加快了产业链终端的消费者追求产品多样化的速度, 这就倒逼要求产业链上下游创新主体加快创造出符合消费者需求的产品, 促使不同的创新主体间相互配合, 最终实现区域协同创新, 实现整体区域创新能力的提升[26]。

创新能力的加强提升了出口技术复杂度。自主创新研发与出口技术复杂度之间存在着近邻效应, 自主创新水平可以直接转化为企业的生产技术, 中间品特别是高科技含量的产品的进口有利于提升企业的创新水平, 促进企业出口产品质量的提升, 从而带动产业结构的提升以及出口技术复杂度的提升[27]。适宜、匹配的创新环境能够充分激发创新人员的积极性, 引导人才创新成果向着符合市场创新要求的方向发展, 促使高质量的原创新成果不断涌现, 帮助出口产品技术复杂度的提高[28]。价值链上创新主体数量的增加加剧了市场中创新竞争程度, 激烈的竞争反过来要求各创新主体提高创新效率, 提升单位产品价值, 最终提高出口产品技术复杂度; 同时不同创新主体也会不断交流互动, 在交流互动中就产生了技术溢出效应, 技术溢出效应带来科技技术的转移, 为行业带来正向外部效应, 提升行业技术整体水平, 进而整体推动出口技术复杂度的提高[29]。据此提出以下假设:

假设 H2: 创新能力在数字经济对出口技术复杂度的影响中存在着中介效应。

3.3. 市场化程度的调节作用

创新增加是否能促进或多大程度促进出口技术复杂度提升主要依赖于当地制度[30]。制度情况特别是市场化程度会影响一个地区的创新水平,进而影响该地区的出口技术复杂度。从外部层面考虑,与市场化程度较低的地区相比,市场化程度高的地区政府行政效率更高,知识产权等激励措施建设较完善,政府与市场的关系更稳定,产品市场市场化程度较高,市场的法律制度环境更好,使本地区的创新能力更高,从而促进出口技术复杂度的提高。市场化过程中要素市场的发展,企业创新资源更快得到,创新资源的配置也更加有效[31]。区域创新能力的核心是市场化,市场化程度的提高使得知识产品的定价更加的公平。同时市场化带来的市场竞争压力激发了创新动力,从而提升了整体区域创新水平[32]。

在不同市场化水平条件下,市场化程度的促进作用不同。在高市场化水平条件下,要素市场化、产品市场化程度高,市场法律制度完善,政府与市场关系和谐稳定,民营经济发展迅速,因此整体市场化水平处于较高状态,相比低市场化水平地区,高市场化地区在市场化进一步发展上处于“瓶颈期”,因此进一步促进效果不如低水平地区。据此提出以下假设:

假设 H3a: 市场化程度水平调节创新能力与制造业出口技术复杂度的关系,市场化程度越高,创新能力与出口技术复杂度之间的正向关系就越强。

假设 H3b: 不同市场化水平条件下,创新能力对出口技术复杂度的促进作用不同。在相对高市场化条件下,边际促进作用递减;相对低市场化条件下,边际促进作用递增。

理论框架如图 1 所示。

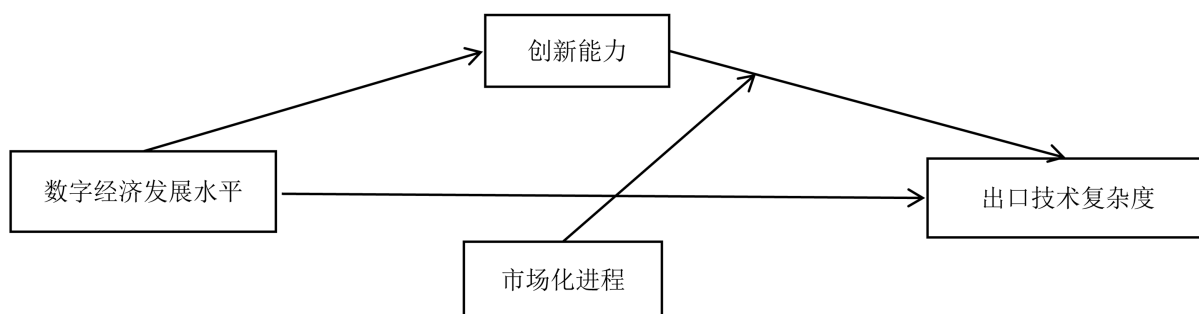


Figure 1. Theoretical framework

图 1. 理论框架

4. 模型的构建

4.1. 基准模型设定

为研究数字经济对制造业出口技术复杂度的影响,本文构建面板数据模型来进行计量检验,基准模型设定如下:

$$Lntc_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dige_{it} + \beta X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $Lntc_{it}$ 表示 i 地区 t 时期出口技术复杂度, $Dige_{it}$ 表示 i 地区 t 时期数字经济发展水平, 向量 X_{it} 表示一系列控制变量, μ_i 表示个体固定效应, μ_t 表示时间固定效应, ε_{it} 表示随机扰动项。

4.2. 变量测度与说明

1) 被解释变量: 制造业产品出口技术复杂度($Lntc$)

本文借鉴 Hausmann *et al.*(2007) [13]的基于比较优势的做法,利用中国海关 HS 编码的二十二类产品

出口数据来测算各省市的制造业产品出口技术复杂度。同时借鉴陈晓华等(2011) [33]的做法, 剔除掉技术含量不高的初等品, 不能完全体现出一国生产率和技术结构变迁的产品以及部分特殊、杂类产品, 最后得到十二大类产品。

首先, 计算每一产品层面的出口技术复杂度:

$$prody_{kt} = \sum_i \left[\frac{x_{ikt}/X_{it}}{\sum_i (x_{ikt}/X_{it})} Y_{it} \right] \quad (2)$$

其中 $prody_{kt}$ 表示 t 年第 k 类产品的出口技术复杂度, x_{ikt} 为 i 省市 k 类产品第 t 年的出口额, X_{it} 为 i 省市 t 年的出口总额, Y_{it} 是 i 省市第 t 年人均生产总值。

其次, 根据上述结果加权计算得到各省市的制造业产品出口技术复杂度:

$$tc_{it} = \sum_k \left[\frac{x_{ikt}}{X_{it}} prody_{it} \right] \quad (3)$$

其中 tc_{it} 表示 i 省市第 t 年制造业出口技术复杂度。为减少指标数量级太大以及异方差带来的影响, 取自然对数成 $Lntc$ 。

2) 核心解释变量: 数字经济发展水平(*Dige*)

数字经济发展水平涉及到各方面, 如果用单一指标不能很好的衡量出准确的数字经济水平。因此, 借鉴刘军等(2020) [34]的研究, 并考虑数据可得性, 将基础设施、消费互联网水平、数字产业化、产业数字化作为数字经济发展水平的一级指标。并且进一步, 选取光缆密度、互联网接入端口数量、移动电话普及率作为基础设施的二级变量; 选取宽带互联网用户人数占比、数字普惠金融指数作为消费互联网水平; 选取软件业务收入、电信业务总量作为数字产业化的二级指标; 将百人计算机使用量、电子商务销售额、电子商务采购额作为产业数字化的二级指标。然后将 10 个指标进行标准化处理, 采用主成分分析法, 最后得到反映数字经济发展水平的综合指数, 记为 *Dige*。由于电子商务销售额、电子商务采购额等反映产品数字化的二级指标从 2013 年才被《中国统计年鉴》统计, 因此基于数据可得性, 本文选取 2013~2020 年相关数据。

3) 中介变量: 创新能力(*Lninno*)

衡量区域创新能力通常可用区域专利申请量或者专利授权量来表示。相比专利申请量, 采用专利授权量能够剔除掉无用专利部分, 更加客观地反映出一地区的创新能力。因此, 本文采取专利授权量来作为中介变量, 并取自然对数, 记为 *Lninno*。

4) 调节变量: 市场化进程(*Mar*)

采用王小鲁等(2019) [35]的各省市市场化指数来衡量市场化进程。市场化指数综合涵盖了了政府与市场关系、非国有经济发展、产品市场发育程度、要素市场发育程度、市场中介组织发育和法律制度环境等因素, 能够很好的衡量出我国各省市的市场化情况。

5) 控制变量

借鉴已有研究, 本文选取如下控制变量:

a) 基础物流设施(*Lninf*): 基础设施是商品和生产要素顺畅流动的基础工具和重要载体, 在商品贸易过程中发挥着“时空压缩效应”。公路、铁路等交通基础设施的完善可以提高运输速度、缩短运输时间, 而且能够降低运输过程中的不确定, 有效降低企业库存成本, 促进出口技术复杂度的提升[36]。本文采用该省市高速公路里程和铁路运营里程之和与省市面积的比值并取对数来表示。

b) 金融发展水平(*Lnfin*): 完善发达的金融体系可以便利资产交易, 拓宽融资渠道, 降低融资成本和

流动性风险, 解决由于信息不对称造成的逆向选择问题, 进而提升资源配置效率, 促进出口技术复杂度提升; 同时, 金融的发展还可以通过扩大 FDI 技术溢出、促进人力资本积累及提高研发效率等渠道对技术进步产生积极影响, 间接促进出口技术复杂度提升[37]。本文采用各省份金融机构人民币存贷款余额占 GDP 的比重并取对数代表金融发展水平。

c) 地区开放程度($Lnopen$): 进出口贸易的发展代表着一国的开放程度, 是一国特别是发展中国家获取国际技术外溢的重要渠道。企业从进出口贸易中对先进设备和技术引进, 节约了研发费用和案研发时间, 直接促进了生产效率的提高; 同时, 企业还可以对进口品中隐含的知识技术进行吸收和模仿, 并结合国内技术条件进行“二次创新”, 提高出口产品技术含量; 另一方面, 进出口的增加使企业面临更加激烈的市场竞争, 促使企业不断提升技术水平和产品质量以赢得市场份额, 从而有助于出口技术复杂度提升[38]。本文采用区域进出口贸易总额与地区生产总值的比值并取对数来表示。

d) 人力资本水平($Lnhum$): 人力资本决定着一个地区技术创新的发展, 同样人力资本也是技术扩散的重要载体。人力资本水平的提高可以提升区域创新能力, 直接促进知识的积累, 同时加快技术的消化吸收和推广应用, 提高企业技术水平和生产效率, 进而推动出口技术复杂度提升。本文以各省份居民平均受教育年限来衡量人力资本, 即对小学、初中、高中和大专及以上学历教育程度分别按 6 年、9 年、12 年和 16 年进行折算, 再与相应教育水平人口占 6 岁及以上人口比重相乘并求和得出, 并取对数来表示。

4.3. 数据来源

被解释变量相关出口数据来源于国研网国际贸易研究与决策支持系统。中介变量、控制变量相关数据来源于《中国统计年鉴》《中国科技年鉴》以及相应各省市统计年鉴。由于西藏相关数据缺失严重, 因此在指标筛选过程中剔除西藏, 最终得到 30 个省市 2013~2020 年面板数据。

5. 实证结果分析

5.1. 基准结果分析

为探究数字经济以及各控制变量对制造业出口技术复杂度的影响, 对核心解释变量以及控制变量采取逐步回归的方式。具体结果如表 1 所示:

列(1)单独考查数字经济对出口技术复杂度之间的关系, 结果显示数字经济的系数在 1% 的水平下显著。这表明数字经济能够促进制造业出口技术复杂度的提升, 促进制造业高质量走出去。列(2)~(5)是在逐步添加控制变量后, 结果表明数字经济系数依旧在 1% 水平下显著为正, 核心解释变量结果稳健, 从而验证假设 1。

列(5)金融发展水平为正但不显著, 可能在于目前金融部门资金没有真正流向制造业, 依旧存在“脱实向虚”, 企业“融资难、融资贵”的问题, 导致制造业难以“解渴”, 行业发展受到局限。地区开放程度显著为负, 表明目前虽然我国开放程度不断提高, 但是仍旧被限制在低端产业领域, 在高技术复杂度制造业领域, 存在着高端技术被“卡脖子”等问题, 不利于制造业的产业升级。人力资本水平为正但不显著, 可能原因在于目前我国虽然拥有庞大的人力资源总量, 但是高端人才、精英知识分子供给短缺, 难以为制造业创新发展提供持续动力。

5.2. 稳健性检验

为证明研究成果的科学性, 本文采取两种方法对研究结论进行验证。首先, 替换被解释变量, 使用按境内目的地和货源地分货物总额代替按经营单位所在地分货物总额变量, 发现数字经济的系数依旧显著为正, 且在 1% 的水平下显著。其次, 为排除可能存在的数字经济和出口技术复杂度之间的互为因果关

系, 采用考虑内生性问题的系统 GMM 法对基准模型进行检验, 结果见表 2 所示。其中 AR(2)和 Hansen 检验结果 P 值均大于 0.1, 且核心被解释变量回归系数依然显著为正。可以看出, 无论是替换被解释变量还是考虑内生性问题, 数字经济依然促进了制造业产品出口技术复杂度, 表明了基准模型的稳健性。

Table 1. Benchmark regression results of the impact of digital economy on the technical complexity of manufacturing exports
表 1. 数字经济影响制造业出口技术复杂度的基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Dige</i>	0.513*** (0.032)	0.162*** (0.052)	0.157*** (0.055)	0.164*** (0.053)	0.136** (0.058)
<i>Lninf</i>		1.692*** (0.213)	1.683*** (0.216)	1.379*** (0.221)	1.370*** (0.220)
<i>Lnfin</i>			0.051 (0.167)	0.174 (0.164)	0.182 (0.164)
<i>Lnopen</i>				-0.310*** (0.075)	-0.306*** (0.075)
<i>lnhum</i>					1.183 (0.940)
Constant	12.541*** (0.017)	17.713*** (0.652)	17.627*** (0.713)	15.989*** (0.794)	13.328*** (2.256)
固定效应	是	是	是	是	是
R ²	0.55	0.66	0.66	0.68	0.68
Obs	240	240	240	240	240

注: ***, **, *分别表示在 1%、5%和 10%水平下显著, 括号内为标准误。下表同。

Table 2. Robustness test results

表 2. 稳健性检验结果

	替换被解释变量	系统 GMM 法
<i>Lntc L1.</i>		0.796*** (0.793)
<i>Dige</i>	0.239*** (0.0429)	0.169*** (2.62)
<i>Lninf</i>	0.917*** (0.164)	0.120 (0.61)
<i>Lnfin</i>	-0.0632 (0.122)	-0.0915 (-0.28)
<i>Lnopen</i>	0.204*** (0.0559)	-0.215** (-2.15)
<i>lnhum</i>	0.856 (0.698)	0.120 (0.11)
Constant	14.03*** (1.677)	2.495 (0.99)
固定效应	是	是
R ²	0.694	
AR(2)		0.145
Hansen		0.517

5.3. 中介效应分析

为检验创新能力是否在数字经济对制造业产品出口技术复杂度之间发挥中介作用, 借鉴温忠麟和叶宝娟(2014) [39]提出的中介效应检验流程建立相应模型:

$$Lntc_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dige_{it} + \beta X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

$$Lninno_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dige_{it} + \beta X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{5}$$

$$Lntc_{it} = \beta_0 + \beta_1 Lninno_{it} + \beta_2 Dige_{it} + \beta X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \tag{6}$$

其中 *Lninno* 表示中介变量, 其他变量定义保持不变, 检验结果如表 3 所示。列(1)为不加中介变量时的回归结果, 系数显著为正, 表明数字经济能够促进出口技术复杂度的提升。列(2)显示了数字经济对创新能力的提升, 系数显著为正, 说明数字经济的发展能够优化创新资源的配置, 促进区域创新能力的提高。列(3)显示了数字经济以及创新能力对制造业出口技术复杂度的联合显著性检验, 数字经济系数显著为正, 创新能力系数为正但不显著。于是继续对模型(3)进行 Sobel 检验, 结果显示通过系数显著为 0.39, 最终表明创新能力在数字经济对制造业出口技术复杂度影响过程中存在中介效应, 并且 Sobel 检验表明中介效应占总效应的 79.86%。假设 2 得到验证。

Table 3. Regression results of intermediary effects
表 3. 中介效应回归结果

	(1) <i>Lntc</i>	(2) <i>Lninno</i>	(3) <i>Lntc</i>
<i>Dige</i>	0.136** (0.058)	0.306*** (0.047)	0.136** (0.064)
<i>Lninno</i>			0.001 (0.086)
Constant	13.328*** (2.256)	8.517*** (1.846)	13.320*** (2.376)
控制变量	是	是	是
固定效应	是	是	是
R ²	0.685	0.840	0.685
Obs	240	240	240

5.4. 地区异质性结果分析

为探究我国不同地区数字经济对制造业出口技术复杂度的影响, 以及创新能力的中介效应是否具有差异性, 本文将中国 30 个省市划分为东中西三部分, 结果见表 4。

Table 4. Test results of mediating effect of regional heterogeneity
表 4. 地区异质性中介效应检验结果

	东部			中部			西部		
	<i>Lntc</i>	<i>Lninno</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lninno</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lninno</i>	<i>Lntc</i>
<i>Dige</i>	0.294*** (0.074)	0.168*** (0.063)	0.242*** (0.075)	0.510*** (0.081)	0.454*** (0.118)	0.543*** (0.091)	0.542*** (0.171)	0.264** (0.120)	0.574*** (0.180)
<i>Lninno</i>			0.314** (0.128)			-0.072 (0.090)			-0.118 (0.201)
Constant	16.346*** (3.244)	6.760** (2.769)	14.226*** (3.263)	9.085*** (2.622)	14.962*** (3.818)	10.158*** (2.9)	9.769* (4.916)	8.796** (3.447)	10.807** (5.254)
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
R ²	0.596	0.871	0.625	0.851	0.863	0.853	0.824	0.856	0.825
Obs	96	96	96	72	72	72	64	64	64

结果可知, 不管是东部中部还是西部, 数字经济都显著的促进了制造业出口技术复杂度, 同样, 也促进了创新能力的提升。而中部、西部在数字经济和创新能力对制造业出口技术复杂度的联合显著性检验上, 创新能力系数为负且不显著。因此分别对中部和西部进行 Sobel 检验, 结果表明中部未通过检验, 而西部通过 Sobel 检验。根据相关结果可得, 东部地区中介效应占总效应的 17.94%。西部地区经 Sobel 检验计算可得中介效应占总效应的 47.05%。东部地区具有区位优势, 西部地区受到国家西部大开发政策的支持, 因此相对东部西部而言中部企业创新资源配置能力可能便显得不足。

5.5. 行业异质性结果分析

不同行业的产品, 其产品技术复杂度存在着差异, 本文借鉴李平和杨慧梅(2017) [40]的做法, 按照要素密集度将中国 12 类产品划分为劳动密集型、资本密集型和技术密集型三大类, 来研究创新能力在数字经济对制造业出口技术复杂度的中介作用。由表 5 可以看到对于劳动密集型, 数字经济对于制造业出口技术复杂度具有显著的负向效应, 可能是由于劳动密集型制造业大多属于传统制造业, 数字经济嵌入程度低, 个别细分行业产业数字化程度较低, 二者还没形成良性互动(王瑞荣和陈晓华, 2022) [41]。资本密集型直接效应系数不显著, 停止中介效应检验, 表明创新能力不是数字经济和资本密集型行业出口技术复杂度之间的中介因素。技术密集型直接效应系数为 0.119, 在 10%的水平下显著, 表明对于技术密集型行业而言, 数字经济能够直接促进出口技术复杂度的提升。在加入创新能力变量后, 创新能力系数变得不显著, 因此进行 Sobel 检验来验证中介效应的存在与否。根据 Sobel 检验结果表明在 1%的显著性下通过检验, 且中介效应占总效应的 91.79%。因此, 创新在技术密集型行业发挥着中介作用。相比劳动和资本密集型行业, 技术密集型行业具有更强的技术要求, 产业链中技术含量更高, 而要发挥创新作用则需要技术在产业中更好的嵌入, 因此技术密集型行业创新要素流动壁垒低, 创新能够更好的发挥其中介作用。

Table 5. Test results of mediating effect of industry heterogeneity

表 5. 行业异质性中介效应检验结果

	劳动密集型		资本密集型			技术密集型			
	<i>Lntc</i>	<i>Lninno</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lninno</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lntc</i>	<i>Lninno</i>	<i>Lntc</i>
<i>Dige</i>	-0.368** (0.143)	0.305*** (0.047)	-0.399** (0.212)	0.020 (0.076)	0.306*** (0.047)	0.021 (0.084)	0.119* (0.065)	0.306*** (0.047)	0.098 (0.072)
<i>Lninno</i>			0.100 (0.212)			-0.003 (0.113)			0.068 (0.097)
Constant	15.743** (5.604)	8.517** (1.546)	14.893*** (5.900)	8.090** (2.967)	8.517*** (3.818)	8.118*** (3.125)	14.094*** (2.553)	8.517*** (1.847)	13.514** (2.685)
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
R ²	0.07	0.840	0.07	0.166	0.840	0.853	0.716	0.840	0.717
Obs	240	240	240	240	240	240	240	240	240

5.6. 带调节的中介效应分析

为探究市场化进程在所发挥的调节作用, 本文运用 SPSS PROCESS 插件 Bootstrap 法, 设置 95%置信区间, 对市场化进程在创新能力中介作用上的调节能力进行检验。且进一步将样本按照上文分类成区域异质性和行业异质性两大类, 以期在更加细致层面探究其作用, 结果见表 6 所示。

Table 6. Results of regulating variables under different conditions
表 6. 调节变量处于不同情况下的结果

	中介变量	水平	水平值	Effect	BootSE	BootLLCI	BootULCI
全国	<i>Lninno</i>	低水平(-1SD)	5.025	0.389	0.060	0.285	0.523
		平均值	7.051	0.249	0.064	0.135	0.385
		高水平(+1SD)	9.077	0.109	0.077	-0.040	0.264
东部	<i>Lninno</i>	低水平(-1SD)	6.751	0.264	0.072	0.120	0.407
		平均值	8.540	0.193	0.099	-0.005	0.377
		高水平(+1SD)	10.330	0.123	0.148	-0.189	0.400
中部	<i>Lninno</i>	低水平(-1SD)	5.724	0.184	0.132	-0.004	0.502
		平均值	6.698	0.241	0.118	0.064	0.512
		高水平(+1SD)	7.672	0.297	0.120	0.085	0.545
西部	<i>Lninno</i>	低水平(-1SD)	3.687	0.325	0.082	0.181	0.503
		平均值	5.442	0.347	0.097	0.173	0.541
		高水平(+1SD)	7.197	0.369	0.144	0.091	0.652
劳动密集型	<i>Lninno</i>	低水平(-1SD)	5.025	0.092	0.108	-0.134	0.281
		平均值	7.051	0.303	0.121	0.060	0.532
		高水平(+1SD)	9.077	0.513	0.167	0.197	0.846
资本密集型	<i>Lninno</i>	低水平(-1SD)	5.025	0.022	0.086	-0.137	0.189
		平均值	7.051	0.220	0.104	0.029	0.438
		高水平(+1SD)	9.077	0.417	0.140	0.166	0.699
技术密集型	<i>Lninno</i>	低水平(-1SD)	5.025	0.531	0.068	0.412	0.672
		平均值	7.051	0.275	0.069	0.142	0.415
		高水平(+1SD)	9.077	0.019	0.086	-0.162	0.174

全国层面, 其在低水平时, boot 95%CI 并不包括数字 0, 意味着在此水平时具有中介作用, 且 Effect 值为 0.389; 其在平均值水平时, boot 95%CI 并不包括数字 0, 意味着在此水平时具有中介作用, 且 Effect 值为 0.249; 其在高水平时, boot 95%CI 包括数字 0, 意味着在高水平时没有中介作用; 综上分析可知, 在不同水平时, 中介作用情况不一致, 说明具有市场化进程下的调节中介作用。东部地区, 低水平下置信区间不包括 0 具有中介作用, 平均值水平和高水平下都包括 0 没有中介作用, 不同水平下中介效应不一致, 表明具备调节中介效应; 中部地区低水平下置信区间包括 0, 在平均值水平和高水平下不包括 0, 因此不同情况下中介效应不一致, 表明中部地区具备调节中介效应; 西部地区在低水平、平均值水平以及高水平情况下置信区间都包括 0, 三种水平下中介效应一致, 表明在西部地区不存在调节中介作用。同理, 对于劳动密集型、资本密集型以及技术密集型产业, 其置信区间均存在不同中介效应情况, 因此不同要素密集型产业也均具备调节中介作用。

综上所述, 西部地区不存在市场化进程的调节中介作用, 其余区域和全国层面以及不同生产要素密集度产业均存在市场化进程调节因素, 假设 3a 得到验证, 市场化不能在西部地区发挥对创新中介的调节

作用, 原因可能在于西部地区市场化制度不健全, 各项资源的配置无法通过市场这只“看不见的手”得到充分调配, 其中包括关键的创新资源。同时西部市场化程度低, 导致企业竞争意愿低, 企业的创新意愿得不到充分调动, 因此市场化对创新能力的调节不显著。

全国层面, 当市场化水平占比分别为 5.025、7.051、9.077 时, 创新能力对制造业出口技术复杂度的促进作用分别为 0.389、0.249、0.077, 促进作用不断降低。东部地区, 当市场化水平占比分别为 6.751、8.540、10.330 时, 创新能力对制造业出口技术复杂度的促进作用分别为 0.264、0.193、0.123, 促进作用不断降低。而中部西部地区, 受到市场化水平调节后, 创新能力对制造业出口技术复杂度的促进作用不断增强。不同要素密集型行业方面, 劳动密集型和资本密集型行业, 市场化水平在创新能力对出口技术复杂度的调节作用不断增强, 而在技术密集型行业不断减弱。

综上表明市场化水平不同条件下, 创新能力的边际效应不同, 东部地区原先市场化水平较高, 边际促进递减, 中西部地区原先市场化水平较低, 因此边际效应递增。在不同行业上, 技术密集型企业相比劳动密集型以及资本密集型企业, 大多分布在东部沿海地区, 而东部沿海地区市场化程度高, 因此假设 3b 得到验证。

6. 结论与启示

本文基于 2013~2020 年中国 30 个省市面板数据, 通过构建综合指标测算了各省市的数字经济发展水平综合指数, 考察了数字经济对制造业出口技术复杂度的影响, 并引入“创新能力”作为中介变量, 分析“数字经济-创新能力-制造业出口技术复杂度”这一传导路径是否存在。并进一步将样本按照地理区位以及要素密集度进行划分, 分别考察不同地区不同行业下数字经济对制造业产品出口技术复杂度的影响以及创新能力的中介效应是否存在差异。然后继续深入探究在加入市场化进程的调节变量后, 创新能力所发挥的中介作用, 并按照区域异质性以及行业异质性分别考察。总而言之, 数字经济促进了制造业产品出口技术复杂度的提升, 创新能力在数字经济与出口技术复杂度之间部分发挥着中介作用, 同时市场化进程调节创新能力所发挥中介作用。区域异质性结果表明, 市场化进程在东部和中部发挥着对创新中介的调节作用, 且受到市场化水平调节后, 创新能力对制造业出口技术复杂度的促进作用不断增强, 在西部不存在调节中介效应。行业异质性结果表明, 不同要素密集度行业下市场化进程均调节促进了创新能力的中介作用, 但是不同行业边际效应不同, 技术密集型边际递减, 劳动密集型和资本密集型边际递增。

基于上述结论, 本文得到如下启示:

第一, 要加强数字经济建设, 大力推进数字产业化和产业数字化。大力布局 5G、人工智能、大数据中心等数字基础设施建设。利用数字技术对传统产业进行数字化、现代化改造, 推动数字经济和实体经济的融合。鼓励企业加大研发投入, 推动数字技术的创新和应用。支持新兴技术领域, 如人工智能、区块链、大数据分析等, 培育创新生态系统。鼓励企业采用数字技术, 提高生产效率和产品质量, 推动工业互联网的发展, 实现制造业的数字化转型。同时加大在高技术制造业行业的数字技术的投入, 突破传统制造业中被“卡脖子”的问题, 并借此走出去, 提升出口附加值, 促进出口技术复杂度的提高。

第二, 健全创新人才培养体制。首先要更新教育课程和教材, 重视科技和数字领域的基础教育, 包括数学、计算机科学和工程学。制定灵活的教育课程, 以适应快速发展的技术领域。其次加强实践教学, 提供实践机会, 鼓励学生参与项目和实验室工作, 培养实际问题解决能力。与行业合作, 提供实习和实际项目经验。并且建立创新生态系统, 支持创新创业中心和孵化器, 提供资源和支持, 帮助学生和教职员工将创意转化为实际项目。也与企业建立合作关系, 为学生提供创新和创业机会。政府提供财政支持和政策激励, 鼓励高校和教育机构投资创新人才培养。制定政策以吸引国际创新人才和科技企业。总之,

健全创新人才培养体制需要教育机构、政府、企业和社会各方的协同努力。通过不断调整教育方法和课程, 提供实际经验和支 持, 培养具备创新思维和技能的人才, 有助于满足数字化浪潮下的人才需求。

第三, 优化创新市场环境, 不断推动深化市场化改革, 特别是在东部西部地区。健全相应的知识产权保护制度, 并且加大侵权行为的惩处力度, 保护企业创新积极性。投资于创新基础设施, 包括研究实验室、孵化器、加速器和技术园区, 以便创新者能够获得必要的资源和支持; 建立健全的创业生态系统, 包括风险投资、天使投资和孵化器, 以帮助初创企业融资和成长。消除要素流动特别是创新资源流动障碍, 消除不同区域间特别是中西部的创新资源流动障碍。不断加强产业间学习效应, 加速技术溢出, 降低企业获取各项要素特别是创新要素的难度和成本。

第四, 加强对劳动密集型和资本密集型产业数字经济的支持力度, 加大创新投入。劳动密集型和资本密集型产业创新的边际促进作用更显著, 因此加大对相应产业的数字化改造, 如重新设计和优化生产流程, 以适应数字化技术的应用。引入自动化和智能化的解决方案, 以提高生产效率和质量。优化供应链管理, 采用数字化方法来改进库存控制、交付计划和供应商关系。利用物联网技术来跟踪和监控供应链中的物品和货物等等。

参考文献

- [1] 汪建新, 贾圆圆, 黄鹏. 国际生产分割、中间投入品进口和出口产品质量[J]. 财经研究, 2015, 41(4): 54-65.
- [2] 许家云, 毛其淋, 胡鞍钢. 中间品进口与企业出口产品质量升级: 基于中国证据的研究[J]. 世界经济, 2017, 40(3): 52-75.
- [3] 倪红福. 中国出口技术含量动态变迁及国际比较[J]. 经济研究, 2017, 52(1): 44-57.
- [4] 中国信息通信研究院. 中国数字经济发展白皮书(2021年)[R]. 2021.
- [5] Haltiwanger (2015) Evaluating and Developing Resource-Based Operations Strategy for Competitive Advantage: An Exploratory Study of Finnish High-Tech Manufacturing Industries. *International Journal of Production Research*, **53**, 76-95. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.932936>
- [6] 杨道玲, 李祥丽. “一带一路”沿线国家信息化发展水平测评研究[J]. 电子政务, 2018(1): 100-109.
- [7] 刘志坚. 数字经济发展、科技创新与出口技术复杂度[J]. 统计与决策, 2021, 37(17): 29-34.
- [8] 张艳萍, 凌丹, 刘慧岭. 数字经济是否促进中国制造业全球价值链升级? [J]. 科学学研究, 2022, 40(1): 57-68.
- [9] 郭吉涛, 梁爽. 数字经济对中国全要素生产率的影响机理: 提升效应还是抑制效果? [J]. 南方经济, 2021(10): 9-27.
- [10] Hausmann, R. and Rodrik, D. (2003) Economic Development as Self-Discovery. *Journal of Development Economics*, **72**, 603-633. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(03\)00124-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(03)00124-X)
- [11] Michaely, M. (1984) Trade Income Levels and Dependence (Studies in International Economics). Elsevier Science Ltd., Oxford.
- [12] Rodrik, D. (2006) What Is So Special about China's Exports? *China & World Economy*, **14**, 1-19. <https://doi.org/10.1111/j.1749-124X.2006.00038.x>
- [13] Hausmann, R., Hwang, J. and Rodrik, D. (2007) What You Export Matters. *Journal of Economic Growth*, **12**, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4>
- [14] 闫林楠, 邵鹿峰, 钟昌标. 互联网如何影响企业出口二元边际——基于贸易成本与本地市场效应视角[J]. 国际经贸探索, 2022, 38(4): 38-52.
- [15] Ferro, E. (2011) Signaling and Technological Marketing Tools for Exporters. World Bank Policy Research Working Paper.
- [16] Lin, F. (2015) Estimating the Effect of the Internet on International Trade. *The Journal of International Trade & Economic Development*, **24**, 409-428. <https://doi.org/10.1080/09638199.2014.881906>
- [17] 李兵, 李柔. 互联网与企业出口: 来自中国工业企业的微观经验证据[J]. 世界经济, 2017, 40(7): 102-125.
- [18] 茹玉骢, 李燕. 电子商务与中国企业出口行为: 基于世界银行微观数据的分析[J]. 国际贸易问题, 2014(12): 3-13.
- [19] 韩剑, 冯帆, 姜晓运. 互联网发展与全球价值链嵌入——基于 GVC 指数的跨国经验研究[J]. 南开经济研究,

- 2018(4): 21-35, 52.
- [20] 王永龙, 余娜, 姚鸟儿. 数字经济赋能制造业质量变革机理与效应——基于二元边际的理论与实证[J]. 中国流通经济, 2020, 34(12): 60-71.
- [21] 张晴, 于津平. 投入数字化与全球价值链高端攀升——来自中国制造业企业的微观证据[J]. 经济评论, 2020(6): 72-89.
- [22] 何文彬. 全球价值链视域下数字经济对我国制造业升级重构效应分析[J]. 亚太经济, 2020(3): 115-130.
- [23] 杜传忠, 管海锋. 数字经济与我国制造业出口技术复杂度——基于中介效应与门槛效应的检验[J]. 南方经济, 2021(12): 1-20.
- [24] 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.
- [25] 巫强, 张金华, 郑江淮. 创新投入、创新产出与实体经济发展[J]. 财经问题研究, 2020(2): 28-37.
- [26] 温珺, 阎志军, 程愚. 数字经济与区域创新能力的提升[J]. 经济问题探索, 2019(11): 112-124.
- [27] 韩亚峰, 付芸嘉. 自主研发、中间品进口与制造业出口技术复杂度[J]. 经济经纬, 2018, 35(6): 73-79.
- [28] Jin, M., Granda-Marulanda, N.A. and Down, I. (2014) The Impact of Carbon Policies on Supply Chain Design and Logistics of a Major Retailer. *Journal of Cleaner Production*, **85**, 453-461. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.042>
- [29] Xie, X. and Wang, H. (2020) How Can Open Innovation Ecosystem Modes Push Product Innovation Forward? An fsQCA Analysis. *Journal of Business Research*, **108**, 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.011>
- [30] 代中强. 知识产权保护提高了出口技术复杂度吗?——来自中国省际层面的经验研究[J]. 科学研究, 2014, 32(12): 1846-1858.
- [31] 成力为, 孙玮. 市场化程度对自主创新配置效率的影响——基于 Cost-Malmquist 指数的高技术产业行业面板数据分析[J]. 中国软科学, 2012(5): 128-137.
- [32] 周晓燕, 葛健, 马丽仪. 基于动态面板数据模型的中国区域创新体系效率实证[J]. 经济管理, 2009(3): 28-32.
- [33] 陈晓华, 黄先海, 刘慧. 中国出口技术结构演进的机理与实证研究[J]. 管理世界, 2011(3): 44-57.
- [34] 刘军, 杨渊望, 张三峰. 中国数字经济测度与驱动因素研究[J]. 上海经济研究, 2020(6): 81-96.
- [35] 王小鲁, 樊纲, 胡李鹏中国分省份市场化指数报告(2018) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2019.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] Chen, Z., Zhang, J. and Zheng, W. (2017) Import and Innovation: Evidence from Chinese Firms. *European Economic Review*, **94**, 205-220. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2017.02.008>
- [39] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [40] 李平, 杨慧梅. 离岸服务外包与中国全要素生产率提升——基于发包与承包双重视角的分析[J]. 国际贸易问题, 2017(9): 95-106.
- [41] 王瑞荣, 陈晓华. 数字经济助推制造业高质量发展的动力机制与实证检验——来自浙江的考察[J]. 系统工程, 2022, 40(1): 1-13.