

# 数字化转型对长江经济带制造业出口技术复杂度影响研究

孙艳艳, 樊 想

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年6月2日; 录用日期: 2023年8月5日; 发布日期: 2023年8月11日

## 摘 要

选用2011~2019年长江经济带11省市面板数据,从数字化环境和数字化产出两个维度构建指标体系,运用熵权-Topsis分析法对制造业数字化转型水平进行综合评价,并利用固定效应模型检验数字化转型对于制造业出口技术复杂度的提升效应及影响机制。研究发现:制造业数字化转型显著提升了出口技术复杂度,并且存在行业异质性。通过全要素生产率渠道,数字化转型能够带动出口技术复杂度的提升。

## 关键词

产业数字化转型, 制造业, 出口技术复杂度

## Research on the Impact of Digital Transformation on Technological Complexity of Manufacturing Export in Yangtze River Economic Belt

Yanyan Sun, Xiang Fan

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2023; accepted: Aug. 5<sup>th</sup>, 2023; published: Aug. 11<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Based on the panel data of 11 provinces and cities in the Yangtze River Economic Belt from 2011 to 2019, this paper constructs an index system from two dimensions of digital environment and

digital output, comprehensively evaluates the level of digital transformation of manufacturing industry by using entropy weight-Topsis analysis method, and tests the upgrading effect and influencing mechanism of digital transformation on the technical complexity of manufacturing export by using fixed effect model. It is found that the digital transformation of manufacturing industry significantly improves the complexity of export technology, and there is industry heterogeneity. Through the total factor productivity channel, digital transformation can drive the increase of export technology complexity.

## Keywords

Industrial Digital Transformation, Manufacturing, Export Technology Complexity

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

当前全球进入数字化时代, 数字技术已经融入到生产、消费各个环节, 数字化转型是制造业转型升级的必经之路, 也是提高一国出口技术复杂度的重要渠道。我国高度重视数字经济发展, “十四五”规划重点强调发展数字经济, 加快推进数字产业化和产业数字化, 实现制造业的数字化转型升级。中国是制造大国, 制造业数字化转型是推进产业数字化转型的重点所在。改革开放以来, 我国凭借较充裕的劳动力以粗放型经济驱动方式参与到全球价值链分工, 贸易出口额和工业增加值在短时间内快速提升的同时, 也造成了我国制造业整体出口技术复杂度不高, 出口产品竞争力不强的现象。长江经济带作为我国经济发展最强劲、创新水平最高的地区之一, 在实现数字化转型中具有引领作用。通过对长江经济带数字化转型与出口技术复杂度关系研究, 探索二者间的作用机制, 为我国加快高质量发展和实现贸易强国提供思路借鉴。

## 2. 文献综述与理论机制

### 2.1. 文献综述

关于数字化转型成效研究大部分学者立足于企业视角, 徐向龙(2022)、杨水利等(2022)学者肯定了数字化转型对企业创新活动的促进作用[1] [2]; 董璐燕等(2022)、戚聿东, 蔡呈伟等(2022)认为数字化转型有利于改善企业经营绩效[3] [4]; 武常岐等(2022)认为企业实现数字化转型将有助于实现高质量发展[5]。

诸多学者对出口技术复杂度影响因素做了相关研究, 主要集中在对外直接投资、协同集聚、知识产权保护视角。陶爱萍(2022)、信超辉(2022)、马述忠(2017)等学者认为, 企业对外直接投资过程以及外资流入过程中能够带动母国出口产品技术复杂度的提升[6] [7] [8]; 姚战琪(2021)、余珊等(2022)发现协同集聚能够推动出口技术复杂度的提升[9] [10]; 施炳展(2020)、顾晓燕(2020)等认为知识产权保护能够促进进出口复杂度间[11] [12]。

聚焦于产业数字化转型与出口技术复杂度的研究并不多见, 部分学者着眼于数字经济与出口技术复杂度的研究做了相关探索, 杜传忠, 管海峰(2021)、夏杰长等(2022)、刘志坚(2021)等学者研究发现数字经济发展总体上提升了出口技术复杂度[13] [14] [15]。

本文通过对相关文献进行梳理, 并围绕数字化转型与出口技术复杂度间的内在机理与实践机制的探索, 能够丰富了数字化转型领域相关研究。结合长江经济带经济发展现状提出提高出口技术复杂度的有

效且合理的建议。

## 2.2. 理论机制

数字经济时代, 数据要素与制造业各领域深度融合, 数字技术的嵌入使得制造业技术水平提升, 提高全要素生产率和出口技术复杂度。在众多研究中, 全要素生产率是技术水平和创新能力的衡量指标, 它是指一段时间内生产活动的效率, 是提高生产力绩效的主要贡献者[16]。现如今 5G 技术、大数据、物联网、人工智能等数字技术快速发展, 数字技术迅速应用到制造业领域, 依托于数字技术与传统要素的深度嵌入, 能够有效提高原有生产要素的配置效率和技术水平, 生产技术更加先进, 推动制造业技术溢出和技术进步, 提高全要素生产率。数字技术的应用形成“强者愈强”的马太效应, 市场上生产效率较低的企业会重视数字技术嵌入的重要性提高生产效率, 甚至低效率生产模式被淘汰出市场, 从而带动整个行业全要素生产效率的提高。

伴随企业数字化转型, 同时引发生产系统、业务模式等整个环节的组织重构和技术创新, 提高全要素生产效率, 进而提高出口技术复杂度。通过利用人工智能、物联网、云计算等数字技术代替传统劳动力, 企业可以实现生产系统的智能化技术升级, 深刻改变传统生产方式, 智能化生产有效替代传统劳动力, 实现生产资源的快速配置与协同, 有效提高生产效率; 智能化生产同时加强对生产系统的监测, 能够快速感知生产中的问题并进行及时的决策和维护, 提高生产效率和产品质量[17]。数字化时代带来了制造业业务模式的创新, 相比于传统业务模式, 通过数字化平台的应用, 企业和用户间的价值边界大大缩减, 企业能够快速感知消费者的偏好, 信息不对称性大大降低, 提高用户满意度的同时也缩减了收集用户信息的成本。数字化转型也推动了交易模式由线下交易向线上交易转变, 互联网平台应用的减少了交易环节, 企业可以更快接收到用户反馈从而提升服务水平, 用户与企业直接对接的交易方式提高了交易和经营效率。

制造业数字化转型可以通过提高全要素生产率进而显著提升出口技术复杂度。全要素生产率是技术水平和创新能力的衡量指标, 一国或地区全要素生产率的增长, 意味着其出口产品技术水平越高[18]。全要素生产率的提高使企业在生产销售环节节约生产成本, 从而企业可以将更多的资金分配给企业研发和技术升级, 提高产品技术含量和竞争力[19] (如图 1)。

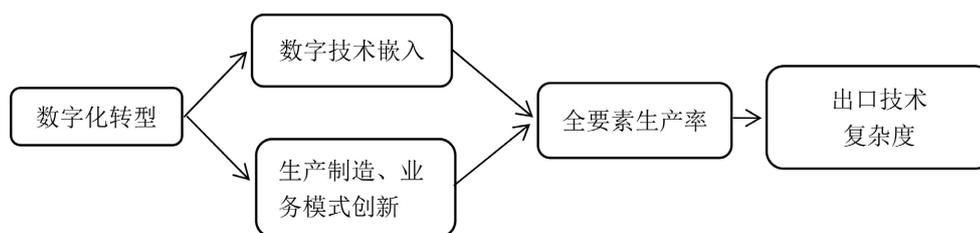


Figure 1. Theoretical model of digital transformation affecting export technology complexity

图 1. 数字化转型影响出口技术复杂度的理论模型

## 3. 模型构建与变量说明

### 3.1. 基准模型设定

$$EXPY_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dige + \beta_2 X_{it} + u_i + u_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,  $i$ 、 $t$  表示个体和时间,  $EXPY$  表示制造业出口技术复杂度,  $Dige$  表示制造业数字化转型水平,  $X_{it}$  表示一系列控制变量,  $u_i$  表示个体固定效应,  $u_t$  表示时间固定效应,  $\varepsilon_{it}$  表示随机扰动项。

### 3.2. 变量测度

#### 1) 被解释变量：出口技术复杂度

在出口技术复杂度测算方法上, 以 Hausmann R. *et al.* (2007) [20] 基于产品出口额和人均 GDP 的收入加权法为主流。本文以长江经济带 11 省市制造业为总样本, 借鉴 Hausmann R. *et al.* (2007) 的做法, 制造业出口技术复杂度计算公式如下:

$$prody_{kt} = \sum_i \left[ \frac{(e_{ikt}/E_{it})}{\sum_i (e_{ikt}/E_{it})} \times gdp_{it} \right] \quad (2)$$

$$EXPT_{it} = \sum_k \left[ \frac{e_{ikt}}{E_{it}} \times prody_{kt} \right] \quad (3)$$

其中, 下标  $i$  表示省份,  $k$  表示行业,  $t$  表示时间,  $prody_{kt}$  表示  $t$  时期制造业细分行业  $k$  的出口技术复杂度,  $e_{ikt}$  表示  $i$  省份  $k$  行业  $t$  年出口额,  $E_{it}$  表示  $i$  省份  $t$  年总出口额,  $EXPT_{it}$  表示  $t$  年  $i$  省份制造业出口技术复杂度。

#### 2) 核心解释变量：制造业数字化转型水平

大部分学者在制造业数字化转型的研究中, 通过针对企业年报进行文本挖掘分析, 并对数字化转型相关关键词进行词频统计, 代表企业数字化转型水平。该方法存在一定的缺陷, 企业年报中所披露的部分信息仅能反映企业对于数字化转型的重视程度, 并不能反映制造业真实的数字化转型水平。因此本文选择从行业层面出发, 以制造业数字化产出为导向, 构建数字化转型指标体系。针对数字化转型的定义, 并基于数据的可得性, 本文从数字化环境和数字化产出两个维度构建数字化转型水平评价体系。数字基础设施具有共享性、公共性等特点, 为实现制造业数字化转型提供基本动力。数字化转型能够激励企业加大数字技术投入, 提高企业技术水平和创新效率, 数字化转型能力越高, 制造业的数字产出能力越强。具体来说, 选取互联网接入端口、各省份光缆线路长度衡量数字化环境, 选取数字技术专利申请量、数字经济核心制造业主营业务收入占 GDP 比重衡量制造业数字化产出。将以上四个指标用熵权-Topsis 分析法, 得到长江经济带 11 省市制造业数字化转型水平, 记为  $Dige$ 。

根据上文得到的各省市制造业数字化转型水平, 在此本文将长江经济带划分成上游(重庆、四川、贵州、云南)、中游(江西、湖北、湖南)、下游(上海、江苏、浙江、安徽)三个区域, 分析制造业数字化转型地域差异和时序差异演化。图 2 为长江经济带 11 省市 2011~2019 年制造业数字化转型水平变动情况, 由图 2 可以看出, 2011~2019 年, 长江经济带数字化转型水平整体呈稳步上升趋势, 说明各省市越来越注重数字化转型和数据要素的应用。进一步分析可知, 数字化转型水平存在明显的地域差异, 长江经济带下游地区数字化转型水平较高, 而受到地理位置的影响, 相比之下上游、中游地区数字化转型水平较低, 且两地区差异较小。尽管上游、中游地区总体数字化转型水平呈上升趋势, 但指标得分相对较低, 仍然有较大的提升空间(如图 2)。

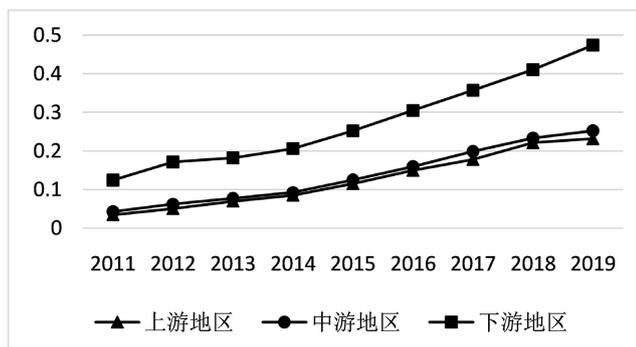
#### 3) 控制变量

除数字化转型水平之外, 还有许多学者对出口技术复杂度的影响因素做了相关研究。借鉴以往学者研究成果, 本文选取行业规模(Scale)、产业聚集水平(Agg)以及创新投入(Input)作为控制变量。其中, 行业规模以规上工业企业利润总额表示; 产业集聚水平以制造业就业人数的区位熵表示, 创新投入以制造业 R&D 人员当时量表示。

#### 4) 中介变量

为了检验数字化转型对制造业出口技术复杂度的影响机制, 本文从投入产出视角利用 DEA 模型测算

了长江经济带 11 省市制造业的全要素生产率。具体而言, 投入指标有劳动投入、资本投入, 产出指标以各地区工业增加值测算。为控制异方差, 本文对所有变量取对数处理(见表 1)。



**Figure 2.** Changes in digital transformation level of manufacturing industry in the Yangtze River economic belt from 2011 to 2019

**图 2.** 2011~2019 年长江经济带制造业数字化转型水平变动

**Table 1.** Main variables in the model

**表 1.** 模型中主要变量

变量名称	一级指标	测度指标
被解释变量	出口技术复杂度	由公式(2)(3)测度
核心解释变量	数字化转型水平	互联网宽带接入端口
		光缆线路长度
		数字技术专利申请量
		数字经济核心制造业主营业务收入/GDP
控制变量	行业规模(Scale)	工业企业利润总额
	产业聚集水平(Agg)	就业人数区位熵
	创新投入(Input)	R&D 研发人员当时量
中介变量	全要素生产率	固定资产投资额
		制造业城镇单位工资总额
		工业增加值

### 3.3. 数据来源

制造业细分行业出口额数据来源于国研网贸易与决策支持系统, 数字基础设施、数字经济核心制造业主营业务收入、产业聚集水平数据来源于国泰安数据库, 数字技术专利数据来源于智慧芽专利数据库, 将申请信息中包括数字技术(人工智能、5G 技术、物联网、工业互联网、人工智能)的发明专利识别为数字技术专利, 并借鉴陈楠等(2021)做法[21], 按照数字技术专利的应用领域和制造业相匹配; 新产品开发项目数、外商直接投资水平数据来源于各省市统计年鉴和《中国科技统计年鉴》。

## 4. 实证结果分析

### 4.1. 基准结果分析

由于数字化对转型对出口复杂度的影响会受到个体差异和时间效应的影响, 本文选择双向固定效应

模型以保证结果的稳健型, 并且经过 Hausman 检验在 1% 的水平上拒绝原假设。为了检验长江经济带 11 省市数字化转型对制造业出口技术复杂度的影响, 本文采用递进式回归方式。首先固定年份和个体进行单变量回归, 再依次加入控制变量, 排除控制变量对被解释变量的影响。

表 2 中第(1)列为单变量回归结果, 结果显示核心解释变量数字化转型水平系数在 5% 的水平下显著为正, 表明数字化转型对制造业出口技术复杂度的提升存在显著正向影响。第(2)~(5)列依次加入行业规模、产业集聚水平、创新投入控制变量后, 核心解释变量系数仍然在 5% 的水平下显著为正, 结果依然表明, 数字化转型水平对制造业出口技术复杂度存在正向影响关系(见表 2)。

**Table 2.** Benchmark regression test results

**表 2.** 基准回归检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
Dige	0.101** (0.036)	0.088** (0.035)	0.104** (0.032)	0.106** (0.034)
Scale		0.129** (0.044)	0.124** (0.041)	0.125** (0.041)
Agg			0.295*** (0.077)	0.298*** (0.082)
Input				-0.007 (0.052)
_cons	10.93*** (0.129)	10.01*** (0.339)	10.15*** (0.316)	10.22*** (0.629)
个体效应	固定	固定	固定	固定
时间效应	固定	固定	固定	固定
	0.9473	0.9525	0.9599	0.9627
Obs	99	99	99	99

注: \*\*、\*\*\*表示 5%、1% 的显著性水平, 括号内数值为稳健标准误。

## 4.2. 稳健型检验

数字化转型综合指数能够比较全面的评价制造业数字化水平, 但是测量方法和指标选取的不同也会影响实证结果的可靠性, 因为本文通过替换核心解释变量及增加控制变量的方法对回归结果进行稳健型检验。模型(1)是以数字化产出水平作为数字化转型代理变量的回归结果, 可以看到核心解释变量仍在 5% 的水平下显著, 且为正向显著。模型(2)是增加控制变量的检验结果, 已有文献表明, 外商直接投资会影响出口产品技术复杂度, 因此本文用制造业实际利用外资额衡量制造业作为控制变量, 仍在在 5% 的水平下显著, 结果相对稳健(见表 3)。

**Table 3.** Robustness test results

**表 3.** 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)
Dige	0.074** (0.036)	0.108*** (0.033)
控制变量	控制	控制

## Continued

个体效应	控制	控制
时间效应	控制	控制
_cons	10.144*** (0.716)	9.72*** (0.658)
R <sup>2</sup>	0.9572	0.9622
Obs	99	99

注: \*\*、\*\*\*分别表示 5%、1% 的显著性水平, 括号内数值为稳健标准误。

## 4.3. 中介效应检验

为了探究数字化转型是通过何种机制对提升了出口技术复杂度, 本文构建了以下模型, 检验全要素生产率的中介效应机制:

$$Tep = \beta_0 + \beta_1 Dige + \beta_2 X_{it} + u_i + u_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$EXPY = \beta_0 + \beta_1 Tep + \beta_2 Dige + \beta_3 X_{it} + u_i + u_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式(4)、(5)中介效应模型,  $Tep$  为中介变量, 即全要素生产率, 其他变量含义与式(1)一致。

表 4 中, 模型(1)为数字化转型对全要素生产率的影响研究, 由表可知, 数字化转型对于全要素生产率具有显著的正向影响, 影响程度为 0.150, 表明数字化转型水平每提升一个单位, 将会带动全要素生产率提高 0.150 个单位。在模型(2)中, 本文控制了数字化转型水平, 研究全要素生产率对于出口技术复杂度产生的影响。由表可知, 全要素生产率对出口技术复杂度的影响在 5% 的显著水平上通过了检验, 并且数字化转型水平也存在正向显著效应, 表明全要素生产率在数字化转型对出口技术复杂度的提升中确实存在中介效应, 假设二成立(见表 4)。

Table 4. Test results of mesomeric effect

表 4. 中介效应检验结果

变量	(1)	(2)
	Tep	EXPY
Dige	0.150** (0.043)	0.080** (0.036)
Tep		0.176** (0.088)
控制变量	控制	控制
个体效应	控制	控制
时间效应	控制	控制
_cons	1.707** (0.805)	9.919*** (0.635)
R <sup>2</sup>	0.9027	0.9620
Obs	99	99

注: \*\*、\*\*\*表示 5%、1% 的显著性水平, 括号内数值为稳健标准误。

#### 4.4. 异质性分析

要素禀赋不同的行业对于数字经济的反应程度会存在差异。本文将制造业按照要素禀赋不同划分为低技术、中技术、高技术制造业<sup>1</sup>, 分别检验数字化转型对各行业出口复杂度的影响程度。下表为数字化转型水平分别对低技术、中技术、高技术产业影响结果分析。数字化转型对低、中、高技术产业出口复杂度的影响均通过了显著性检验, 影响系数分别为 0.089、0.104 和 0.113, 由此可知对于低中高技术行业而言, 数字化转型对于出口技术复杂度具有很强的提升效应, 并且在高技术产业该提升效应更为明显。对于低技术产业而言, 数字化转型对于其行业技术复杂度的提升系数相对较小。低技术产业在投入要素使用中, 劳动力投入占更大比例, 在数字化转型过程中更加注重于劳动成本的降低, 较少投入技术等生产要素, 产生了一定的效率损失。高技术行业对于数字技术的应用能力更强, 在数字经济的浪潮中更容易利用自身技术优势, 成功实现数字化转型, 提高出口技术复杂度(见表 5)。

**Table 5. Heterogeneity test results**  
**表 5. 异质性检验结果**

变量	(1)	(2)	(3)
Dige	0.089** (0.028)	0.104** (0.017)	0.113** (0.037)
Scale	-0.074** (0.034)	-0.036* (0.022)	0.138** (0.045)
Agg	-0.140** (0.068)	0.043 (0.043)	0.349*** (0.089)
Input	-0.154*** (0.043)	-0.018 (0.027)	0.016 (0.057)
_cons	13.03*** (0.512)	10.93*** (0.328)	9.919*** (0.686)
R <sup>2</sup>	0.9732	0.9889	0.9545
Obs	99	99	99

注: \*\*、\*\*\*表示 5%、1%的显著性水平, 括号内数值为稳健标准误。

#### 5. 结论与建议

通过对长江经济带 11 省市制造业数字化转型水平及出口技术复杂度的测度与两者相关性研究, 本文提出以下建议:

##### 1) 完善数字基础设施建设, 营造数字化转型环境

顺应当前数字经济发展趋势, 积极为产业数字化转型营造良好的外部条件, 推进产业数字化转型。不断完善数字基础设施建设, 提高产业数字化转型的基础设施服务能力, 大力发展 5G 网络建设、物联网、人工智能等数字技术在制造业的应用, 提高互联网普及率, 营造数字化、信息化转型环境, 促进企业数字化转型。长江经济带制造业数字化转型水平差异较大, 更要注重长江上游地区数字化建设, 促进各地区平衡发展。

<sup>1</sup>其中低技术行业包括: 食品制造业、酒、饮料和精制茶制造业、烟草制品业、纺织服装、服饰业、皮革羽毛及其制造业、木材加工制造业、家具制造业、造纸和纸制品业、印刷和记录媒介复制业、文教、工美、体育和娱乐用品制造业; 中技术行业包括: 塑料橡胶制品业、石油加工及炼焦业、有色金属冶炼及压延加工业、黑色金属冶炼及压延加工业、金属制品业、非金属矿物制品业、化学纤维制品业; 高技术行业包括化学原料及化学制品制造业、医药制造业、电气机械及器材制造业、计算机、电子通信设备制造业、机械制造业、仪器仪表及文化办公用机械、交通运输设备制造业。

## 2) 构建数字技术创新体系, 推动数字创新效率提升

数字化转型升级能够推动制造业企业生产模式变革、工艺流程创新, 因此应持续推进企业利用数据要素和数字技术实现数字技术创新, 积极引进国外先进数字技术, 鼓励企业加强对先进技术的学习, 加大技术研发投入, 努力突破关键性技术。同时, 提高数字技术创新能力需要政府采取措施, 加强知识产权保护, 完善数字技术创新的支持政策, 构建数字技术创新体系, 激发企业数字创新的活力, 提高创新效率。

## 3) 推进数字化制造, 提升数字化产品出口比重

推进数字化制造, 以数字技术和数字要素应用为导向促进制造业数字化转型, 注重生产制造环节人工智能、物联网等数字技术投入, 实现智能制造和数字化生产模式, 提升制造业技术水平和生产效率。同时在不扰乱市场秩序的前提下, 制定合理的激励政策, 包括出口补贴政策、税收减免政策, 鼓励制造业企业数字化产品出口, 提升数字产品出口比重, 改善出口贸易结构, 提高制造业出口技术复杂度。

## 参考文献

- [1] 徐向龙. 数字化转型与制造企业技术创新[J]. 工业技术经济, 2022, 41(6): 18-25.
- [2] 杨水利, 陈娜, 李雷. 数字化转型与企业创新效率——来自中国制造业上市公司的经验证据[J]. 运筹与管理, 2022, 31(5): 169-176.
- [3] 董璐燕, 朱焯丹. 数字化转型对零售企业经营绩效的影响——渠道集中度视角[J]. 商业经济研究, 2022(4): 26-29.
- [4] 戚聿东, 蔡呈伟. 数字化对制造业企业绩效的多重影响及其机理研究[J]. 学习与探索, 2020(7): 108-119.
- [5] 武常岐, 张昆贤, 周欣雨, 等. 数字化转型、竞争战略选择与企业高质量发展——基于机器学习与文本分析的证据[J]. 经济管理, 2022, 44(4): 5-22.
- [6] 陶爱萍, 程尧, 吴文韬. 双向 FDI 能否提升出口技术复杂度?——兼论知识产权保护的“自锁陷阱” [J]. 财经问题研究, 2022(10): 83-91.
- [7] 信超辉, 毛艳华, 荣健欣. 异质性吸收能力约束下 FDI 对出口复杂度的影响研究[J]. 世界经济与政治论坛, 2022(2): 57-83.
- [8] 马述忠, 陈亚平, 刘梦恒. 对外直接投资逆向技术溢出与全球农业价值链地位提升——基于 G20 国家的经验研究[J]. 国际商务研究, 2017, 38(3): 5-17.
- [9] 姚战琪. 协同集聚与出口技术复杂度的多重中介效应研究[J]. 财经问题研究, 2021(4): 37-46.
- [10] 余姗, 樊秀峰. 高技术产业集聚、创新与制造业高水平“走出去”——基于出口技术复杂度提升视角[J]. 技术经济与管理研究, 2022(2): 110-115.
- [11] 施炳展, 方杰炜. 知识产权保护如何影响发展中国家进口结构[J]. 世界经济, 2020, 43(6): 123-145.
- [12] 顾晓燕, 庄雷. 知识产权保护提升出口技术复杂度的作用机制研究[J]. 现代经济探讨, 2020(11): 89-97.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 夏杰长, 徐紫嫣, 姚战琪. 数字经济对中国出口技术复杂度的影响研究[J]. 社会科学战线, 2022(2): 65-75.
- [16] Pan, W.R., et al. (2022) Digital Economy: An Innovation Driver for Total Factor Productivity. *Journal of Business Research*, 139, 303-311. <https://doi.org/10.1016/j.ibusres.2021.09.061>
- [17] 涂心语, 严晓玲. 数字化转型、知识溢出与企业全要素生产率——来自制造业上市公司的经验证据[J]. 产业经济研究, 2022(2): 43-56.
- [18] 程宝栋, 于超. 我国制造业服务化对出口产品质量的影响——基于全要素生产率的桥梁作用[J]. 学术交流, 2021(3): 112-121.
- [19] 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.
- [20] 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>

- [21] 陈楠, 蔡跃洲. 数字技术对中国制造业增长速度及质量的影响——基于专利应用分类与行业异质性的实证分析[J]. 产业经济评论, 2021(6): 46-67.