

# 数字经济何以赋能自贸区发展

邵宇, 唐耀宗\*

喀什大学数学与统计学院, 新疆 喀什

收稿日期: 2024年9月9日; 录用日期: 2024年10月1日; 发布日期: 2024年10月10日

## 摘要

数字经济已成为中国经济发展的关键动力, 研究数字经济如何赋能自贸区发展对我国经济高质量发展具有重要现实意义。文章基于2013~2020年18个自贸区的面板数据, 运用熵权TOPSIS法测算了数字经济发展水平和自贸区发展水平, 通过构建面板固定效应模型和中介效应模型实证分析数字经济对自贸区发展的影响及作用机制, 并进一步采用变量替换和删除部分数据进行模型稳健性检验。分析结果显示: 数字经济对自贸区发展发挥了显著的积极作用, 创新是数字经济推动自贸区发展的重要途径。

## 关键词

自由贸易试验区, 数字经济, 面板固定效应模型

# How the Digital Economy Enables the Development of Free Trade Zones

Yu Shao, Yaozong Tang\*

School of Mathematics and Statistics, Kashi University, Kashi Xinjiang

Received: Sep. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 1<sup>st</sup>, 2024; published: Oct. 10<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Digital economy has become the key driving force for China's economic development. It is of great practical significance to study how the development of free trade zones enables the high-quality development of China's economy. Article based on the 2013~2020 18 free trade panel data, using the entropy right TOPSIS method to measure the digital economy development level and free trade area, build the panel fixed effect model and mediation effect model empirical analysis of the influence of the development of free trade area and the mechanism of action, and further use the variable replacement and delete part of the data model robustness test. The analysis results show that the

\*通讯作者。

**digital economy has played a significant and positive role in the development of the free trade zone, and innovation is an important way for the digital economy to promote the development of the free trade zone.**

## Keywords

**Pilot Free Trade Zone, Digital Economy, Panel-Based Fixed-Effect Model**

Copyright © 2024 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

以数字经济为主导的新一轮产业改革,在国家实行创新驱动发展的大环境中,数字经济是以知识密度高、协同度高和技术含量高为主要特点的。党的十八大以来,我国坚持实施网络强国战略,对发展数字经济的重视度不断提升。数字经济能够促进各种资源要素的快速流动,促进各种市场主体的相互结合,从而使市场企业能够进行多种经营方式的重组,从而达到跨越边界的目的,突破时间和空间的局限,延长产业链条,让国内和国外的两个大循环更加顺畅。它既是一个新的经济增长点,又是一个对传统产业进行转型升级的重要支点。数字经济能够有效扩大消费需求,刺激投资,创造新的工作机会,在构建现代化经济体系中具有重大的理论与现实意义。

自贸区的设立,是党中央和国务院立足国内外大局,顺应全球经贸发展趋势,在新形势下推进改革开放的重大举措。自贸区担负着加速政府职能转变,积极探索管理模式创新,促进贸易和投资便利化的重大任务,为进一步推进改革和扩大开放,探索新的道路,积累新的经验,这对于我国构建和健全开放的经济体系,有着极为重要的现实意义。上海于2013年设立第一个自贸区,此后分7批逐步设立,迄今为止,我国自贸区数量扩大至22个,覆盖了我国东部、中部和西部地区,合计进出口7.67万亿元,增长2.7%,占进出口总值的18.4%,充分发挥了改革开放排头兵的示范引领作用。自贸区的制度创新及高水平对外开放程度的提高为数字经济发展带来了更多的机遇。

目前关于数字经济对自贸区发展的作用和机制还未达成共识。当前关于自贸区和数字经济的专题研究集中在以下两个方面:

一是关于数字经济的研究。数字经济的概念最早源自唐塔普斯科特的《数字时代的经济学》一书,最初将其作为利用数据来表示信息流动的经济模型,并于1998年由美国商业部发表的《新兴的数字经济》中正式介绍提出。此后,学者们基于不同视角对数字经济的概念进行定义,主要从五种视角进行定义:经济活动本身的视角、技术维度的视角、投入产出的视角、产品和服务的视角以及平台视角(左鹏飞、陈静,2021)[1]。国内研究学者还就数字经济的内涵和测算进行研究(李春娥等,2023)[2]。随着研究深入,学者们就数字经济指标体系进行了深入探讨,从四个方面选取相关指标来构建评价指标体系,分别为数字创新、数字基础、数字融合和数字产业(李勇等,2023)[3]。伴随着数字经济对经济、社会、生产和生活的全方位渗透和影响,主要围绕数字经济在经济增长、产业结构、就业、高质量发展等方面的影响进行研究(刘平峰、张旺,2021)[4]。还有学者就数字经济驱动乡村振兴(田野等,2022)[5]、数字经济赋能劳动收入份额(廖信林等,2023)[6]、全要素生产率(郭吉涛、梁爽,2021)[7]等方面进行了深入研究。

二是有关数字经济下自贸区发展的研究。已有研究显示,通过大数据的运用,可以强化金融机构之

间的联系, 从而减轻企业的融资限制, 推动自贸区的开放和创新(Feng 等, 2022) [8]。另有学者提出, 应当加大自贸区的港口面积, 在自贸区中引入 5G 技术, 使港口信息化、智能化, 从而促进自贸区高质量发展, 大大提高自贸区的便利化水平(吴丹婕, 2021) [9]。同时还有学者认为, 在推动自贸区的发展过程中, 数字经济对其制造业进行了转型升级, 加强了区域协同, 促进了投资贸易便利化和自由化, 推动了地区的协调健康发展, 进而为自贸区经济高质量发展注入新活力(李嘉美、韩建雨, 2022) [10]。此外还有部分学者指出, 数字自贸区要重点围绕规则、监管和产业三个方面进行创新, 对数字基础设施进行有序布局, 对数字产业进行联动发展, 进而提高监督和服务效率, 为数字自贸区的建设提供新方案(马莉莉、王喆, 2022) [11]。

综上所述, 已有大量文献为数字经济影响自贸区发展的作用机制提供了有益启示, 他们从多种角度阐释了数字经济与自贸区发展之间的内在联系, 但在评价指标体系的选择客观性和中介变量的具体机制等方面还有一定空间。所以, 本研究基于已有的研究结果, 测算了 2013~2020 年 18 个自贸区的数字经济和自贸区发展水平, 建立评价指标体系, 构建面板固定效应模型实证分析数字经济对自贸区发展的影响, 其中, 将创新纳入作为中介变量, 以进一步探究其对自贸区发展的作用机制, 并结合实际情况提出相应的政策建议。

## 2. 理论分析与研究假设

### 2.1. 数字经济对自贸区发展的直接影响

数字经济作为新时代经济发展的新引擎, 数字经济集大数据、人工智能、信息技术于一体, 也是自贸区发展的新动力, 以网络为基础的数字经济, 特别是云计算、大数据、人工智能等, 提高了企业在市场经济中的供求关系, 在一定程度上提高了企业与消费者的相互联系, 也在一定程度上缓解了由于企业与消费者的信息不对称所带来的费用, 从而使企业能够按照消费者的个性化需要进行生产和提供满足消费者需求的商品和服务, 从而加速了我国的经济从效率驱动向更高水平的创新驱动转型, 进而推动了我国的高质量发展(荆文君、孙宝文, 2019) [12]。此外数字经济的空间效应非常明显, 它能够通过空间外溢来促进高质量发展, 进而对经济高质量发展有积极促进作用(金泽虎、蒋婷婷, 2022) [13]。同时数字经济还可促进绿色经济稳步增长(白雄等, 2024) [14], 从而推动自贸区可持续健康发展。由此, 提出如下研究假设:

假设 1: 数字经济能够促进自贸区发展。

### 2.2. 数字经济对自贸区发展的间接效应

数字经济为创新发展带来了机遇, 它覆盖了互联网、人工智能、大数据、5G 等多个领域的大量技术, 而它覆盖范围广、扩散能力强、成本低、效率高的优势, 能够改善研发创新的环境, 从而减少信息搜索与筛查的成本, 提升供需匹配的效率(周少甫、陈亚辉, 2022) [15]。其次, 互联网的发展打破了传统的时空界限, 允许各类创新主体在不同空间进行协同创新, 增强了创新的外溢效应, 促进了科技进步(韩璐等, 2021) [16]。创新作为经济发展的一种重要驱动力量, 它可以将科技成果转变为实际的生产力, 从而提升技术水平, 扩大生产活动的可能空间, 从而提高经济的高品质发展(朱新玲等, 2018) [17]。同时, 数字经济还可以对创新有很好的扩散效应, 使它能在各行各业中都可以被广泛地应用, 从而加速对新技术和产业新业态的吸收, 进而提高总体的创新水平和资源分配的效率, 促进经济的高质量发展。另一方面, 绿色科技创新能够从根源上降低污染物的排放量, 其所形成的绿色、高效的生产方式能够降低企业的碳排放(武云亮等, 2021) [18]。通过实施绿色科技创新, 企业可以在国际贸易中获得更大的竞争优势, 从而激发其继续开展绿色创新, 推动自贸区的可持续健康发展。由此, 提出如下研究假设:

假设 2: 数字经济能够促进创新水平提升, 进而促进自贸区发展。

### 3. 研究设计

#### 3.1. 选取样本

截至目前, 中国现有 22 个自贸区, 新疆自贸区于 2023 年 11 月 1 日正式挂牌, 但为保证数据可连续获得以及计量指标具有可代表性, 本文将不采集 2020 年以后新增的自贸区, 只选择截止 2020 年 18 个自贸区(截止 2020 年)作为研究样本, 采集 18 个自贸区所在省市 2013~2020 年的数据, 进行自贸区发展水平和数字经济指数的测算。其中, 具体省市为 12 陕西省、4 辽宁省、16 广东省、13 河南省、9 广西壮族自治区、11 天津市、1 黑龙江省、14 江苏省、17 福建省、2 湖北省、18 海南省、15 云南省、3 山东省、8 浙江省、10 上海市、6 四川省、5 河北省、7 重庆市。本文采用线性插值法对部分缺失值进行填补, 最终得到 2013~2020 年 18 个自贸区的平衡面板数据。

#### 3.2. 变量说明及描述性统计

##### 3.2.1. 被解释变量

自贸区发展水平(FTA)。为准确评估数字经济引致的自贸区发展效应, 首先应对自贸区发展进行准确测度。本文参照《中国自贸区发展报告》, 选用科技创新、环境塑造和经济运行作为一级指标, 货物运输量、社会消费品零售总额等 10 个二级指标, 通过熵权 TOPSIS 法确定各二级指标具体权重并计算出综合得分来表示自贸区发展水平, 主要计算步骤如下:

1) 设评价对象  $m$  个, 本次研究  $m$  为 17 个年份, 设评级指标  $n$  个,  $x_{ij}$  表示第  $i$  年的第  $j$  个指标,

$$\text{原始矩阵表示为: } X = (x_{ij})_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

2) 标准化处理方法:

$$\text{当 } x_{ij} \text{ 为正向指标: } Y = (y_{ij})_{m \times n} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (2)$$

$$\text{当 } x_{ij} \text{ 为负向指标: } Y = (y_{ij})_{m \times n} = \frac{x_{j\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (3)$$

3) 各指标的信息熵:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad \left( p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}}, k = \frac{1}{\ln m} \right) \quad (4)$$

4) 各指标的权重:

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n 1 - e_j} \quad \left( w_j \in [0, 1], \sum_{j=1}^n w_j = 1 \right) \quad (5)$$

5) 利用权重获得加权矩阵:

$$R = (r_{ij})_{m \times n}, r_{ij} = y_{ij} \cdot w_j \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

6) 确定正负理想解:

$$S_i^+ = \max(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}) = (S_1^+, S_2^+, \dots, S_m^+), S_i^- = \min(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}) = (S_1^-, S_2^-, \dots, S_m^-) \quad (7)$$

7) 通过正负理想解计算欧式距离:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (s_i^+ - r_{ij})^2}, D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (s_i^- - r_{ij})^2} \quad (8)$$

8) 计算综合评价结果,  $C_i$  的计算值表示该系统的综合评价结果:

$$C_i = \frac{D_i}{(D_i^+ + D_i^-)} (C_i \in [0,1]) \quad (9)$$

基于上述计算方法, 具体权重结果和综合得分如下表 1、表 2 所示。

**Table 1.** Index system for measuring the development level of free trade zones

**表 1.** 自贸区发展水平衡量指标体系

一级指标	二级指标	指标属性	权重
科技创新	新产品销售收入(万元)	+	0.13828
	专利申请数(项)	+	0.12922
环境塑造	货运量(万吨)	+	0.04729
	电信业务总量(亿元)	+	0.14126
	互联网宽带接入端口(万个)	+	0.06089
	民用汽车拥有量(万辆)	+	0.06880
	快递业务量(万件)	+	0.22745
	长途光缆线路长度(万公里)	+	0.05759
经济运行	人均地区生产总值(地区 GDP/年平均常住人口)	+	0.06488
	社会消费品零售总额(亿元)	+	0.06433

**Table 2.** Comprehensive score table for the development of free trade zones

**表 2.** 自贸区发展综合得分表

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
陕西	0.06853	0.07716	0.08682	0.09549	0.11275	0.13284	0.15460	0.17221
辽宁	0.10119	0.11079	0.11014	0.11816	0.12760	0.14746	0.15745	0.16988
广东	0.29982	0.33728	0.39775	0.48270	0.57473	0.70823	0.81254	0.92109
河南	0.11319	0.13286	0.15308	0.17381	0.20425	0.25473	0.28107	0.32423
广西	0.06141	0.06862	0.07677	0.08806	0.09998	0.12247	0.14350	0.16683

续表

天津	0.06492	0.06957	0.07360	0.08205	0.08168	0.09276	0.10234	0.11157
黑龙江	0.05550	0.06005	0.05983	0.06817	0.07523	0.08320	0.09329	0.09993
江苏	0.27972	0.30645	0.34580	0.38900	0.43180	0.49298	0.55259	0.63388
福建	0.08885	0.10177	0.12242	0.14158	0.16327	0.19880	0.22356	0.24623
湖北	0.09174	0.10735	0.12868	0.14728	0.16924	0.20277	0.23182	0.23505
海南	0.00512	0.00817	0.01161	0.01449	0.01877	0.02449	0.03123	0.03671
云南	0.05312	0.05952	0.07305	0.08262	0.09783	0.12054	0.14276	0.16859
山东	0.21165	0.22979	0.24899	0.27686	0.31369	0.35219	0.38834	0.44294
浙江	0.22113	0.24394	0.29949	0.34729	0.39082	0.46959	0.54717	0.62967
上海	0.11693	0.12946	0.14298	0.16679	0.18984	0.21219	0.22908	0.24921
四川	0.11392	0.12714	0.14727	0.16378	0.19755	0.23372	0.28955	0.32842
河北	0.10873	0.12092	0.13217	0.15174	0.17393	0.20830	0.24652	0.28356
重庆	0.05034	0.06235	0.08079	0.08744	0.10070	0.11617	0.13118	0.15031

### 3.2.2. 解释变量

DIG 为本文的解释变量, 代表数字经济发展水平。目前, 对于如何衡量数字经济的发展水平, 学术界还没有统一的衡量标准。本文参照《中国数字经济发展白皮书》, 从数字产业发展、数字基础设施建设以及数字经济发展环境三个维度来构建数字经济指数指标体系(如下表 3 所示), 根据熵值法, 确定各指标的权重, 然后采用线性加权法, 对评价体系中各指标进行加权处理, 最后得到数字经济发展综合得分, 具体结果见表 4。

**Table 3.** Digital economy index measurement index system

**表 3.** 数字经济指数衡量指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性	权重
数字经济指数	数字经济产业发展	软件业务收入(万元)	+	0.11547
		电信业务总量规模(亿元)	+	0.11059
		电子商务销售额(亿元)	+	0.10568
		电子商务采购额(亿元)	+	0.12258
	数字基础设施建设	域名数(万个)	+	0.10514
		网页数(万个)	+	0.11842
	数字经济发展环境	移动电话普及率(部/百人)	+	0.02142
		数字产业就业人员总数(万人)	+	0.06825
		数字产业就业人员工资总额(亿元)	+	0.11697



**Table 4.** Comprehensive score table of digital economy development  
**表 4.** 数字经济发展综合得分表

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
陕西	0.03637	0.04707	0.05713	0.06684	0.07904	0.10416	0.13839	0.14514
辽宁	0.09217	0.10171	0.10622	0.08453	0.09296	0.10390	0.12598	0.13639
广东	0.36192	0.42060	0.45151	0.53654	0.60676	0.74128	0.87712	0.94854
河南	0.04719	0.06205	0.08643	0.09544	0.11021	0.14962	0.18731	0.21422
广西	0.01392	0.02016	0.02272	0.02452	0.03056	0.04835	0.07785	0.09308
天津	0.05078	0.06322	0.06180	0.06612	0.07452	0.08740	0.10220	0.12138
黑龙江	0.02751	0.03097	0.02932	0.02711	0.03553	0.03635	0.04609	0.05134
江苏	0.23890	0.26835	0.28210	0.30795	0.33886	0.38860	0.44541	0.48571
福建	0.05789	0.07405	0.10810	0.15466	0.21752	0.22115	0.23050	0.18537
湖北	0.04519	0.05758	0.07608	0.08131	0.09271	0.11288	0.15824	0.15978
海南	0.01114	0.01557	0.01818	0.01736	0.02148	0.02783	0.03682	0.03433
云南	0.02582	0.03104	0.02990	0.02657	0.03489	0.04981	0.07278	0.08777
山东	0.17333	0.17957	0.17785	0.21346	0.24001	0.29106	0.29783	0.32314
浙江	0.16789	0.20250	0.23209	0.27402	0.30529	0.34319	0.41863	0.46344
上海	0.16736	0.24598	0.26637	0.32720	0.35609	0.39790	0.46418	0.53181
四川	0.06666	0.08504	0.11029	0.11708	0.13871	0.17400	0.22254	0.26636
河北	0.04580	0.05649	0.05851	0.07306	0.08880	0.10238	0.13053	0.14160
重庆	0.02442	0.03688	0.04785	0.05695	0.06395	0.08081	0.10103	0.11865

### 3.2.3. 中介变量

由理论分析可知,数字经济可能会通过创新效应影响自贸区发展,为检验这一机制,参考已有研究,用地区人均专利数量(刘秉镰、吕程, 2018) [19]来衡量创新(TI)效应,验证数字经济通过创新对自贸区发展的影响。

### 3.2.4. 控制变量

为避免因遗漏变量而导致的估算偏差,基于叶修群(2018) [20]、崔日明和陈永胜(2022) [21]、石喜爱等(2017) [22]的研究结果,结合本文的具体需求和实际情况,选取了如下控制变量。

- (1) 社会消费水平(SOC)。采用社会消费品零售总额占地区 GDP 的比重表示。
- (2) 基础设施建设水平(INFRA)。采用人均城市道路面积表示。
- (3) 产业调整(IND)。采用第二产业和第三产业增加值之和占地区生产总值的比值表示。
- (4) 政府参与程度(GOC)。采用地方财政一般预算支出占地区生产总值的比值表示。

### 3.2.5. 数据来源

本文研究对象是我国 18 个自贸区,在时间范围内包含了 2013~2020 年的数据。实验所用数据主要来

源于《中国统计年鉴》《中国城市年鉴》、各省统计年鉴和国家统计局官方公布数据。对非比值形式的变量采用取对数化处理以消除因数值差异带来的误差影响。本文借助 stata17.0 等软件计算出所有变量的描述统计结果, 如表 5 所示。

**Table 5.** Descriptive statistics of the variables  
**表 5.** 变量描述性统计

变量说明	变量符号	最大值	最小值	样本数	均值	标准差
自贸区发展水平	$\ln FTA$	-0.082	-5.274	144	-1.942	0.846
数字经济发展水平	$\ln DIG$	-0.053	-4.498	144	-2.260	0.968
创新	$\ln TI$	4.111	0.375	144	2.324	0.929
社会消费水平	$SOC$	0.592	0.256	144	0.412	0.051
基础设施建设水平	$INFRA$	12.633	2.137	144	5.899	2.177
产业调整	$IND$	0.997	0.747	144	0.904	0.061
政府参与程度	$GOC$	0.400	0.120	144	0.220	0.067

### 3.3. 模型设定

为检验数字经济对自贸区发展的影响, 采用面板数据构建基准模型, 进行实证研究。构建的具体模型如下:

$$\ln FTA_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DIG_{it} + \sum \alpha_m X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中  $\ln DIG$  表示数字经济发展水平;  $\ln FTA$  表示自贸区发展水平;  $X$  表示控制变量, 具体包括社会消费水平、基础设施建设水平、产业调整和政府参与程度;  $\mu_i$  和  $\delta_t$  分别表示不可观测的地区固定效应和时间固定效应;  $\varepsilon_{it}$  表示随机干扰项。下标  $i$  表示地区 ( $i=1,2,\dots,18$ ), 下标  $t$  表示年份 ( $t=2013,2014,\dots,2020$ )。

为研究数字经济对自贸区发展的作用机制, 将创新  $\ln TI$  作为中介变量引入回归模型中。具体模型设定如下:

$$\ln TI_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln DIG_{it} + \sum \beta_m X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$\ln FTA_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \ln DIG_{it} + \gamma_2 \ln TI_{it} + \sum \gamma_m X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

## 4. 实证分析

### 4.1. 基准回归结果

数字经济影响自贸区发展的回归结果如表 6 所示。在回归分析结果中, 列(1)是仅以数字经济作为解释变量的回归结果, 不考虑其他控制变量和中介变量, 数字经济发展水平的估计系数为正, 并且通过了显著性检验, 随着加入其他控制变量和中介变量, 其估计系数逐步降低, 但系数仍为正且都通过了显著性检验。这表明数字经济对自贸区发展产生了促进作用, 其影响是独立于其他因素的, 假设 1 得到验证。列(3)是以创新为被解释变量的回归结果, 数字经济发展水平的估计系数为正且通过了显著性检验, 这表明数字经济对创新产生了积极的影响。数字经济的蓬勃发展不仅能够显著提升地区内创新活动所产生的经济价值, 而且还能加速关键技术的重大突破。从控制变量的回归结果来看, 社会消费水平、产业调整和政府参与程度三个变量的估计系数均显著为正, 表明这三个控制变量对自贸区发展起到了积极的推动



作用, 而基础设施建设水平对自贸区发展的影响显著为负, 可能的原因在于: 如果基础设施未能满足自贸区内企业和贸易活动的需求, 那么它们可能会选择在其他地区建立分支机构或迁移至成本更低的地方, 从而对自贸区的吸引力造成打击。此外, 如果自贸区依赖外部设施来支撑其运营, 如交通运输、通信网络等, 那么外部条件的变化也可能导致自贸区内部的运作效率下降。

**Table 6.** Benchmark regression results

**表 6.** 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	$\ln FTA$	$\ln FTA$	$\ln TI$	$\ln FTA$
$\ln DIG$	0.314*** (0.057)	0.196*** (0.059)	0.256*** (0.080)	0.177*** (0.061)
$\ln TI$				0.077*** (0.068)
$SOC$		0.838*** (0.241)	-0.458 (0.330)	0.873*** (0.242)
$INFRA$		-0.050** (0.025)	-0.121*** (0.034)	-0.041 (0.026)
$IND$		5.641*** (1.426)	9.737*** (1.955)	4.892*** (1.572)
$GOC$		0.959* (0.527)	0.059 (0.723)	0.954* (0.527)
常数项	-1.535*** (0.163)	-7.224*** (1.274)	-5.354*** (1.883)	-6.812*** (1.420)
年份效应	YES	YES	YES	YES
地区效应	YES	YES	YES	YES
$R^2$	0.908	0.931	0.899	0.932
观测数	144	144	144	144

注: \*\*\*, \*\*, \*分别代表 1%、5% 和 10% 的显著性水平。

## 4.2. 中介效应结果

为检验“数字经济→创新→自贸区发展”这一作用机制是否存在, 本文采用中介效应模型进行检验, 回归结果见上表 6。列(4)是在列(2)的基础上加入了中介变量创新后的回归结果。结果表明, 引入创新后, 数字经济对自贸区发展的回归系数依然显著为正, 但估计系数稍有降低, 这表明一部分数字经济对自贸区发展的影响是通过创新效应来实现的。同时 Sobel 的检验结果(如下表 7 所示), 同样支持了中介效应存在的结论, 假设 2 得到验证。创新不仅仅是技术的传播, 它还包含了对先进管理经验的吸收和借鉴, 进而能够显著提高国家在科技领域的研发实力, 从而为自贸区的发展注入新的活力。通过将国内外前沿的科技成果与自贸区独特的政策优势相结合, 创新成为推动经济深入发展的重要力量, 促进了贸易便利化和投资自由化, 从而实现高质量发展。

**Table 7.** Analysis of the mediation effects

**表 7.** 中介效应分析

		Observed Coefficient	Bootstrap std.err.	z	P >  Z
创新效应(TI)	直接效应	0.790	0.049	16.12	0.000

### 4.3. 稳健性检验

为了确保研究结论的可靠性, 本文进行了如下的稳健性检验:

(1) 替换被解释变量。

采用人均 GDP 值( $\ln PGDP$ )代替自贸区发展水平对式(10)、(12)重新进行回归, 回归结果见表 8。从表 8 中列(1)和列(2)的回归结果可知, 数字经济对自贸区的发展依旧具有积极的推动作用, 解释变量和其他变量在参数估计和显著性方面未发生明显变化, 说明本文的结果是稳健的。

(2) 删除部分年份数据

本文选择去除 2013 年样本数据对式(12)重新进行回归, 如表 8 中列(3)所示, 主要解释变量和其他变量在参数估计和显著性方面未发生明显变化, 再次证实了本文研究的估计结果是稳健的。

Table 8. The robustness test

表 8. 稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)
	$\ln PGDP$	$\ln PGDP$	删除部分数据
$\ln DIG$	0.084*** (0.017)	0.080*** (0.017)	0.202*** (0.053)
$\ln TI$		0.005*** (0.019)	0.071*** (0.060)
$SOC$	0.454*** (0.068)	0.452*** (0.069)	0.725*** (0.216)
$INFRA$	-0.002 (0.007)	-0.002 (0.007)	-0.037* (0.022)
$IND$	0.323 (0.403)	0.367 (0.446)	4.875*** (1.395)
$GOC$	-0.711*** (0.149)	-0.711*** (0.150)	0.945** (0.453)
常数项	10.629*** (0.388)	10.605*** (0.403)	-6.594*** (1.239)
年份效应	YES	YES	YES
地区效应	YES	YES	YES
$R^2$	0.978	0.978	0.947
观测数	144	144	126

注: \*\*、\*、\*分别代表 1%、5% 和 10% 的显著性水平。

### 5. 结论与建议

本文基于 2013~2020 年中国 18 个自贸区的面板数据, 运用面板固定效应模型、基准回归和中介效应模型, 实证分析了数字经济对自贸区发展的影响及其作用机制, 主要结论如下: 第一, 验证了数字经济对自贸区发展产生了积极的促进作用。第二, 验证了一部分数字经济是通过创新来影响自贸区发展的。

通过上述研究结论给出如下建议: 第一, 加强数字基础设施建设, 为企业提供高速稳定的网络环境, 确保数据流通无阻。第二, 加大对高新技术产业的扶持力度, 特别是人工智能、大数据、云计算等前沿科技领域, 鼓励企业进行技术创新与应用。第三, 优化政策环境, 为创新型企业提供税收减免、人才引进等优惠政策, 营造良好的创新生态系统。第四, 加强国际合作, 通过参与或建立国际数字平台, 拓展自贸区的全球影响力, 吸引外资及先进技术资源。

## 基金项目

新疆维吾尔自治区自然科学基金面上项目(2022D01A235)。

## 参考文献

- [1] 左鹏飞, 陈静. 高质量发展视角下的数字经济与经济增长[J]. 财经问题研究, 2021(9): 19-27.
- [2] 李春娥, 吴黎军, 韩岳峰. 中国省域数字经济发展水平综合测度与分析[J]. 统计与决策, 2023, 39(14): 17-21.
- [3] 李勇, 蒋蕊, 张敏, 等. 中国数字经济高质量发展水平测度及时空演化分析[J]. 统计与决策, 2023, 39(4): 90-94.
- [4] 刘平峰, 张旺. 数字技术如何赋能制造业全要素生产率? [J]. 科学学研, 2021, 39(8): 1396-1406.
- [5] 田野, 叶依婷, 黄进, 等. 数字经济驱动乡村产业振兴的内在机理及实证检验——基于城乡融合发展的中介效应[J]. 农业经济问题, 2022(10): 84-96.
- [6] 廖信林, 曹欣宇, 吴友群, 等. 数字经济对劳动收入份额的影响——基于长三角城市群的实证研究[J]. 华东经济管理, 2023, 37(3): 31-39.
- [7] 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.
- [8] Feng, S., Zhang, R. and Li, G. (2022) Environmental Decentralization, Digital Finance and Green Technology Innovation. *Structural Change and Economic Dynamics*, **61**, 70-83. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.02.008>
- [9] 吴丹婕. 自贸区建设下港口物流发展优化策略——以连云港港为例[J]. 中国港口, 2021(12): 50-53.
- [10] 李嘉美, 韩建雨. 自贸试验区推进我国数字经济发展的路径研究[J]. 宏观经济管理, 2022(7): 28-35.
- [11] 马莉莉, 王喆. 数字自贸区建设的核心价值、关键障碍与突破路径[J]. 中州学刊, 2022(8): 19-25.
- [12] 荆文君, 孙宝文. 数字经济促进经济高质量发展: 一个理论分析框架[J]. 经济学家, 2019(2): 66-73.
- [13] 金泽虎, 蒋婷婷. 数字贸易助力制造业高质量发展的机理与实证研究——基于长三角样本的分析[J]. 工业技术经济, 2022, 41(6): 44-51.
- [14] 白雄, 韩锦绵, 张文瑞. 数字经济发展赋能绿色经济增长: 后发优势与隧道效应[J]. 统计与决策, 2024, 40(1): 23-28.
- [15] 周少甫, 陈亚辉. 数字经济对经济高质量发展的影响研究——基于服务业结构升级的视角[J]. 工业技术经济, 2022, 41(5): 111-121.
- [16] 韩璐, 陈松, 梁玲玲. 数字经济、创新环境与城市创新能力[J]. 科研管理, 2021, 42(4): 35-45.
- [17] 朱新玲, 蒲仁颖, 刘小草. 科技创新外溢、时间外溢与外溢渠道优化[J]. 科技管理研究, 2018, 38(22): 13-19.
- [18] 武云亮, 钱嘉兢, 张廷海. 环境规制、绿色技术创新与长三角经济高质量发展[J]. 华东经济管理, 2021, 35(12): 30-42.
- [19] 刘秉镰, 吕程. 自贸区对地区经济影响的差异性分析——基于合成控制法的比较研究[J]. 国际贸易问题, 2018(3): 51-66.
- [20] 叶修群. 自由贸易试验区与经济增长: 基于准自然实验的实证研究[J]. 经济评论, 2018(4): 18-30.
- [21] 崔日明, 陈永胜. 自贸区设立、经济集聚与城市创新[J]. 经济理论与经济管理, 2022, 42(11): 97-112.
- [22] 石喜爱, 季良玉, 程中华. “互联网+”对中国制造业转型升级影响的实证研究——中国 2003-2014 年省级面板数据检验[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(22): 64-71.