

“丝绸之路经济带”沿线国家数字经济发展对我国出口贸易效率的影响研究

陈钰沁

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年5月12日; 录用日期: 2025年5月27日; 发布日期: 2025年6月30日

摘要

在人类社会经济发展的洪流之中, 数字经济作为一种新兴的经济形态, 紧随自然经济与工业经济之后, 凭借新技术的蓬勃兴起, 成为了全球各国政府及组织机构竞相瞩目的焦点所在。“丝绸之路经济带”沿线国家是我国重要的贸易伙伴, 近年来我国不断扩大与沿线国家的经贸活动, 出口贸易量呈上升趋势。然而近年来全球化进程遭遇逆流, 国际贸易摩擦此起彼伏, 使得各国的外向型经济活动纷纷呈现出放缓之势。然而正是在这国际经济与贸易活动遭遇阻碍的大背景之下, 数字经济却依然展现出了强劲的辐射力与生命力, 其或可成为推动国际贸易复苏与摆脱经济低迷的重要驱动力。因此, 研究沿线国家数字经济发展水平如何影响我国贸易效率具有重要现实意义。本文通过构建数字经济指标系统, 调查2010~2021年沿线43个国家的相应数据, 并通过构建数字经济指标系统来衡量沿线国家的数字经济发展水平指数, 然后将其作为核心解释变量引入后续模型中并进行实证分析。研究结果表明: ① 基于熵值法测算的沿线国家数字经济发展水平综合指数整体呈稳步上升趋势。② 沿线各国内部“数字鸿沟”现象较为严重。③ 沿线国家数字经济水平的提高能够显著降低我国贸易损失, 提高我国出口贸易效率。④ 我国与沿线国家经济发展水平的提高有利于扩大双边贸易。⑤ 在制度质量越高的国家, 与中国之间的贸易效率越高。

关键词

“丝绸之路”, 数字经济, 贸易效率

Research on the Impact of Digital Economy Development in Countries along the “Silk Road Economic Belt” on China’s Export Trade Efficiency

Yuqin Chen

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

文章引用: 陈钰沁. “丝绸之路经济带”沿线国家数字经济发展对我国出口贸易效率的影响研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(6): 3433-3447. DOI: 10.12677/ecl.2025.1462129

Abstract

In the torrent of human socio-economic development, the digital economy, as an emerging economic form, has become the focus of attention for governments and organizations around the world, following closely behind the natural economy and industrial economy, with the vigorous rise of new technologies. The countries along the Silk Road Economic Belt are important trading partners of China. In recent years, China has continuously expanded its economic and trade activities with countries along the Belt, and the export trade volume has shown an upward trend. However, in recent years, the process of globalization has encountered setbacks, and international trade frictions have emerged one after another, leading to a slowdown in outward oriented economic activities in various countries. However, against the backdrop of obstacles to international economic and trade activities, the digital economy still demonstrates strong radiation and vitality, which may become an important driving force for promoting international trade recovery and getting rid of economic downturns. Therefore, studying how the level of digital economy development in countries along the Belt and Road affects China's trade efficiency is of great practical significance. This article constructs a digital economy indicator system, investigates the corresponding data of 43 countries along the Belt and Road from 2010 to 2021, and measures the digital economy development level index of the countries along the Belt and Road by constructing a digital economy indicator system. Then, it introduces it as the core explanatory variable into the subsequent model and conducts empirical analysis. The research results indicate that: ① The comprehensive index of digital economic development level of countries along the Belt and Road, calculated based on the entropy method, shows a steady upward trend overall. ② The phenomenon of "digital divide" within the countries along the route is relatively serious. ③ The improvement of digital economy level in countries along the Belt and Road can significantly reduce China's trade losses and enhance the efficiency of China's export trade. ④ The improvement of economic development level between China and countries along the Belt and Road is conducive to expanding bilateral trade. ⑤ In countries with higher institutional quality, trade efficiency with China is higher.

Keywords

"The Silk Road", Digital Economy, Trade Efficiency

Copyright © 2025 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

1.1. 研究背景

自党的二十大报告明确提出要深入推进“丝绸之路经济带”建设高质量发展以来，中国政府始终秉承互联互通、互利共赢的原则，积极引领“丝绸之路经济带”沿线国家¹务实合作，取得了显著的建设成果。然而，随着发展进入“深水区”，全球经济增速放缓、单边主义抬头、外部压力不断涌现的新形势下，进一步拓展合作空间不再只单纯需要传统产业形态布局的依托，更需要借助科技革命时代数字经济形态提供新动能。推动国家之间的贸易合作不仅顺应经济全球化潮流，更契合广大发展中国家的现实需

¹ 为本文的便捷性，“丝绸之路经济带”沿线国家以下简称沿线国家。

求。对新兴经济体而言,贸易效率不足与交易成本过高往往成为其融入全球价值链的主要障碍,在数字化浪潮席卷全球的今天,提升贸易效率已成为增强国际竞争力的关键所在,因此数字经济作为推动贸易高质量发展的重要引擎,数字经济的蓬勃发展为我们提供了新的研究视角。在此基础上,本文构建了数字经济指标体系,调查了2010~2021年沿线43个国家的相应指标数据,借助熵值法来测算沿线各国的数字经济发展水平指数,并将该指数作为核心解释变量引入后文的模型中进行实证分析,从而了解和掌握沿线国家的数字经济发展水平会对我国出口贸易效率有何种影响。

1.2. 研究现状

目前,学者们对数字经济发展所带来的影响效应进行广泛研究,这些研究主要集中在宏观经济、产业升级和生产率提高三个视角展开。从宏观经济学的视角出发,齐俊妍和任奕达在研究中揭示,在进行投资地点选择时,东道国数字化发展的水平对中国企业所产生的间接影响[1];李清华和何爱平通过实证研究指出,数字经济通过提高中国各区域市场的运行效率以及优化劳动力的分配,积极推动各区域经济的均衡发展[2];乔晓楠等在研究中发现,随着数字经济领域的迅猛发展,货物与服务的交易规模也在迅速扩大,在全球贸易中,跨境电商的角色正逐渐显现,其重要性日益凸显[3]。然而,也有学者提出,数字经济对宏观经济的影响并非绝对正向,其效果需根据不同国家和地区的具体情况来评估。从产业升级的角度来看,刘华玲等则从更宏观的视角揭示,数字经济引领消费结构和经济模式的改变,从而提高整体就业率,并在医疗等领域推动进步,这些变革最终提升国家经济的质量和民众的生活水平[4];赵西三研究指出,对于制造业全球价值链竞争力的提升,数字经济发展对其有重要作用[5];郑小碧和伍佳慧在研究中进一步阐释,数字经济通过推动产业结构升级,实现经济的高质发展。特别是数字技术的广泛应用,促进不同产业间的融合与渗透,催生高附加值的新型产业,这不仅提高社会资源的利用效率,也减少资源的错配和浪费,为经济的高效发展注入动力[6];陈雪阳和张洛斌的研究也表明,数字经济的发展对产业结构的优化升级具有显著的推动作用,同时,优化制度质量可以进一步增强这一正向效果[7]。从生产率的角度来看,杜传忠和刘书彤的研究发现,数字经济的显著赋能效应主要展现于对制造业全要素生产率的提升,这种提升源于数字经济与制造业的深度融合与协同发展,在市场化程度较高的地区,技术进步对全要素生产率的提升作用能够得到进一步的强化和凸显[8];何文彬和刘鹏远的研究则揭示,当区域的城镇化水平达到某一关键阶段,即城市化进程趋于成熟、基础设施完备、人口和产业集聚效应显著时,数字经济的进一步发展和提升将扮演至关重要的角色[9]。

1.3. 数字经济影响贸易效率的机制分析

(1) 降低贸易成本

数字经济的发展可以显著降低贸易成本。具体可以降低交易前的信息成本、搜索成本、信用成本和制度成本;交易中的沟通成本和签约成本以及交易后的支付成本和交付成本。

首先,在交易前阶段,数字经济的发展能够减少资源配置时的信息不对称,具体表现为降低了信息成本、搜索成本、信用成本和制度成本。在传统贸易中,出口贸易的资源配置存在着非效率,中介垄断了买卖双方的信息,中介越集中、规模越大,则效率越高。而在数字经济时代,各大平台的产生使得“互联”本身成为了一个大中介,数字经济在为买卖双方提供产品信息时不限制时间空间条件,买卖双方可以通过数字平台迅速配对,这降低了信息成本和搜索成本。并且数字平台的出现对买卖双方都提出了新的要求,卖方需要尽可能地披露其信息,提高信息透明度,买方也需要保证其信誉,因此数字经济的发展也使得买卖双方信息更加透明化,这降低了信用成本。同时制度成本也是交易成本的重要组成部分,数字经济的发展推动了政府完善相关法律体系,从而减少了企业的制度成本,如税费、融资成本、交易

成本等。

其次，在交易中阶段，数字经济的发展能够降低信息不对称和资产专用性。具体表现为降低了沟通成本和签约成本。数字经济时代，通讯软件的诞生和发展使得传统的贸易模式发生改变，买卖双方可以不受时间和空间的约束。买卖双方通过可视化软件查看货物商品，通过通讯软件交流谈判，通过电子签系统进行网上签约，线上交易逐渐取代了传统的“面对面”交易模式，这些都降低了沟通成本和签约成本，极大地提高了贸易效率。

最后，在交易后阶段，数字经济的发展能够降低交通运输成本和提高支付效率。具体表现为降低了支付成本和交付成本。支付和运输是交易过程中必不可少的两个环节。在数字经济时代，支付基础设施不断完善。移动支付由于其便捷性，正逐渐取代传统的纸质货币，成为人们日常生活中的主流支付方式之一。第三方支付平台为交易提供担保，降低了交易风险，同时其快速交易的特性也提升了支付的效率。数字经济也重塑了经济地理格局，数字基础设施建设的发展降低了交通运输的成本，数字经济也激发了物流运输行业的潜在动力，在数字物流的发展过程中，物流行业的效率提升，更加合规完备，这促进了物流业的发展，降低了企业的物流成本，提高了商品的运输效率。这些都极大地降低了交付成本，提高了贸易效率。

(2) 提高出口产品技术密集度

首先，在数字技术的驱动下，许多企业为了在技术层面不落后竞争对手，从而倒逼企业注重创新和技术升级，激励技术出口行业加大研发创新投入，传统行业得以转型升级，从而出口技术复杂度产生积极的影响。数字经济还能够促进资源的高效配置，提高生产效率，从而进一步降低出口成本，使企业更具竞争力，进而提高整个省份的出口贸易效率。

其次，人力资本效应，在提升出口技术密集度方面也发挥重要作用。高技能劳动力的增加有效提升出口技术复杂度，高技能劳动者，凭借其卓越的专业素养和综合能力，为出口产品的技术提升和创新注入强大的动力。

最后，技术创新效应，也是提升出口技术密集度的关键因素之一。技术创新有助于形成规模经济，并在产业升级中发挥积极作用。同时，技术创新也是衡量国际分工地位的重要标志之一。在全球化日益加深的今天，技术创新能力的强弱直接关系到各国在全球产业链、价值链和创新链中的位置和影响力，推动前沿技术与传统技术的融合创新，从而进一步提高出口的技术水平，并促使出口技术密集度向更均衡的方向发展，从而提高出口贸易效率。

(3) 提升经济制度质量

在制度质量高的国家，企业生产经营的环境通常更为稳定且有利，通过降低企业面临的风险与交易成本，为企业的发展提供有力的支持。具体来说，当一国的经济制度质量越高，即其法律法规健全时，创新投入对于产业结构升级的作用就越为显著。良好的经济制度质量为技术创新和生产效率的提升创造有利条件，并且推动产业结构的优化升级，增强产业竞争力，提高在国际产业链中的地位，从而提高出口效率。具体作用机制逻辑请见图 1。

2. 沿线国家数字经济发展水平测算

2.1. 沿线国家数字经济发展水平综合评价指标体系构建

当前学界针对数字经济测算方法并未形成共识标准，为此本研究基于 G20 官方文件对数字经济核心范畴的界定，结合世界经济论坛提出的网络就绪指数(NRI)评估框架中的关键指标要素，重点围绕数字经济发展环境、基础设施条件以及实际应用场景三个维度建立评估模型，并参考李晓钟和毛芳婷(2021)等学

者的研究[10]，构建了沿线国家数字经济水平的评价指标体系。具体评价指标如表 1 所示：

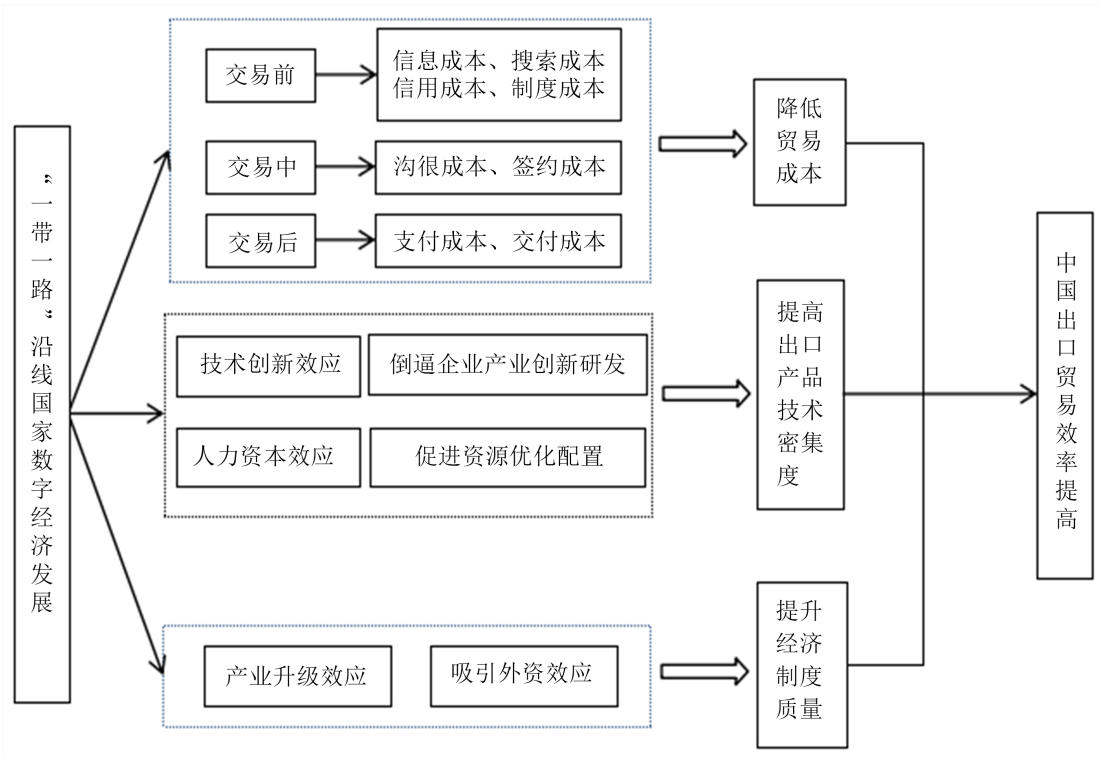


Figure 1. The mechanism of the impact of digital economy on trade efficiency
图 1 数字经济影响贸易效率的作用机制

Table 1. Comprehensive evaluation index system of digital economy development level of countries along the line
表 1. 沿线国家数字经济发展水平综合评价指标体系

一级指标	二级指标	具体意义
数字经济基础设施	移动电话普及率	每百人移动电话订阅数
	固定宽带普及率	每百人固定宽带订阅数
	固定电话普及率	每百人固定电话订阅数
产业数字化竞争力	产业数字化率	数字化产业占总产业比重
	ICT 投资	ICT 投资占 GDP 比重
	ICT 服务出口	ICT 服务出口占 GDP 比重
	ICT 产品进口	ICT 产品进口占 GDP 比重

2.2. 沿线国家样本选取与数据缺失处理

本文在收集数据的过程中发现部分国家指标数据缺失且程度不一。因此采用以下几种方法来弥补数据缺失：① 直接删除缺失率大于 80%的样本国家，最终选定 43 个国家，占总沿线国家的 80%，具体沿线国家样本选取如表 2 所示；② 对于符合均匀分布的样本数据，使用该变量的均值或该变量同类均值进行填补；③ 利用现有的机器学习算法对少量缺失值进行预测。

Table 2. Sample selection of countries along the line
表 2. 沿线国家样本选取

地区分布	国家
东南亚	马来西亚、新加坡、印度尼西亚、柬埔寨、泰国、文莱、菲律宾
东北亚	俄罗斯
西亚北非	叙利亚、伊朗、沙特阿拉伯、阿联酋、巴林、阿曼、约旦、科威特、埃及、塞浦路斯、希腊、以色列
南亚	印度、斯里兰卡、尼泊尔
中亚	吉尔吉斯斯坦、哈萨克斯坦
中东欧	波兰、斯洛文尼亚、捷克、斯洛伐克、罗马尼亚、匈牙利、波黑、保加利亚、克罗地亚、塞尔维亚、北马其顿、黑山、立陶宛、爱沙尼亚、拉脱维亚
独联体	格鲁吉亚、摩尔多瓦、阿塞拜疆

2.3. 熵值法

在本文所构建的指标体系中，各二级指标对数字经济的影响程度存在差异。为确保测量结果的客观性和准确性，需要对每个二级指标进行权重赋值。本文经过深入研究，发现熵值法更适合衡量数字经济发展指标体系中二级指标的权重。这种方法已经得到广泛应用，通过精确计算指标间的差异度与相关度，以此判断信息熵，确定各指标的离散程度，从而实现了对各二级指标权重的精准、有效赋值。接下来，将详细介绍利用熵值法确定指标权重的基本步骤。

(1) 若有 m 个评价对象， n 个评价指标，原始数据矩阵如公式(1)所示。

$$X = \{x_{ij}\} m * n \quad (1)$$

其中， i 表示第 i 个国家， j 表示第 j 个指标。本文共涉 43 个国家为评价对象，7 个二级评价指标。

(2) 数据标准化处理。

由于每个指标都携带不同的性质，即量纲和量级不同。若直接对原始数据分析，取值较大的因素就会过分凸显。为确保结果准确，需要对原始数据进行标准化处理，计算公式如式(2)所示。

$$y_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_j)} \quad (2)$$

本文 7 个二级指标均为正指标，其中 x_{ij} 是指标的原始数据， $\max(x_{ij})$ 表示总体样本中的最大值， $\min(x_j)$ 表示样本的最小值。对数据进行标准化处理后，二级指标数值均将介 0~1，数值越大代表指标水平越高。

(3) 计算各指标比重。

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (3)$$

(4) 基于式(2.3)计算的比重矩阵，进一步计算第 j 项指标的信息熵：

$$e_j = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n p_{ij} \times \ln p_{ij} \quad (4)$$

(5) 计算各指标差异系数：

$$D_j = 1 - e_j \quad (5)$$

(6) 计算各指标权重:

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)} = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^m D_j} \quad (6)$$

(7) 沿线国家数字经济指标综合得分如公式(7)所示:

$$U = \sum_{i=1} y_{ij} \times w \quad (7)$$

2.4. 沿线国家数字经济发展水平的测算和分析

利用上文阐述的指标体系和熵值法。得到沿线国家数字经济发展水平的综合指数测度结果，具体如表 3 所示。

Table 3. Measurement results of comprehensive index of digital economy development level of countries along the line
表 3. 沿线国家数字经济发展水平综合指数测度结果

国家	2010	2021	均值	年均增长率	排名
新加坡	0.297	0.502	0.365	4.461	1
俄罗斯	0.276	0.391	0.310	2.951	2
印度	0.171	0.424	0.261	7.862	3
马来西亚	0.197	0.260	0.219	2.358	4
伊朗	0.139	0.324	0.212	7.299	5
以色列	0.163	0.218	0.183	2.456	6
捷克	0.134	0.244	0.178	5.112	7
爱沙尼亚	0.112	0.227	0.156	6.060	8
波兰	0.128	0.194	0.155	3.548	9
菲律宾	0.117	0.187	0.150	4.019	10
匈牙利	0.142	0.173	0.141	1.689	11
泰国	0.121	0.161	0.133	2.418	12
斯洛伐克	0.121	0.156	0.128	2.163	13
斯洛文尼亚	0.098	0.168	0.117	4.647	14
阿联酋	0.103	0.147	0.114	2.975	15
立陶宛	0.107	0.165	0.110	3.722	16
希腊	0.097	0.132	0.110	2.621	17
保加利亚	0.075	0.142	0.105	5.485	18
塞浦路斯	0.106	0.124	0.105	1.352	19
塞尔维亚	0.091	0.130	0.104	3.022	20
拉脱维亚	0.076	0.117	0.097	3.639	21
罗马尼亚	0.091	0.120	0.096	2.266	22
克罗地亚	0.075	0.110	0.090	3.201	23
沙特阿拉伯	0.065	0.114	0.086	4.873	24
印度尼西亚	0.073	0.121	0.084	4.353	25
格鲁吉亚	0.076	0.093	0.081	1.749	26

续表

巴林	0.063	0.082	0.078	2.290	27
哈萨克斯坦	0.058	0.083	0.073	3.040	28
黑山	0.060	0.080	0.069	2.441	29
文莱	0.055	0.088	0.066	4.072	30
斯里兰卡	0.067	0.079	0.066	1.300	31
阿曼	0.054	0.075	0.064	2.787	32
约旦	0.056	0.069	0.062	1.759	33
科威特	0.056	0.069	0.060	1.700	34
北马其顿	0.051	0.065	0.059	1.978	35
阿塞拜疆	0.041	0.071	0.058	4.736	36
埃及	0.048	0.082	0.058	4.520	37
摩尔多瓦	0.040	0.070	0.053	4.815	38
波黑	0.036	0.056	0.049	3.748	39
尼泊尔	0.030	0.046	0.037	3.661	41
叙利亚	0.037	0.038	0.037	0.222	42
吉尔吉斯斯坦	0.026	0.050	0.035	5.959	43
柬埔寨	0.015	0.033	0.025	6.664	44

从总体趋势来看，沿线国家数字经济发展均取得显著进步，主要得益于制度保障与创新环境的持续改善，以及数字技术外向竞争力的不断增强，但沿线国家数字经济的增速呈现出一定的波动性。

从国家层面分析，新加坡、俄罗斯、印度等国家在数字经济发展水平综合指数上位居前列，而叙利亚、吉尔吉斯斯坦、柬埔寨等国则排名靠后。由此可见沿线国家数字经济发展具有不平衡性，内部“数字鸿沟”现象严重。

从区域层面分析，各区域的数字经济发展程度存在显著的差异性。东北亚排第一，其次为东南亚，南亚，中东欧，西亚北非，独联体等地区，中亚地区水平最低。可以得到，一个区域的数字经济发展水平与其综合发展程度之间存在着紧密的、显著的关联性。具体而言一个区域的综合发展层次越高，其数字基础设施建设往往更为扎实，这不仅体现在技术应用的高水平上，还涵盖了广泛的网络覆盖与高效的数据处理能力。换言之区域的综合发展实力与其数字经济发展水平之间存在着一种良性互动与协同提升的关系，从而综合发展程度与其数字经济发展水平之间可实现相互促进、相互提升。

3. 沿线国家数字经济发展水平对我国出口贸易效率的实证检验

3.1. 变量选取与数据来源

结合数据可得性，选取了以下变量进行实证研究。本文的样本数据同前文中数字经济发展水平综合指数的测度范围保持一致，即时间区域为 2010~2021 年，研究的国家样本包括了沿线 43 个国家。我国与沿线国家的贸易进出口总额数据来源于 WDI 数据库，GDP 数据和基础设施水平($INFRA_j$)以及制度质量($INST_j$)源于世界银行数据库；核心解释变量数字经济发展水平($DIGI_j$)是前文测算所得；地理距离($DIST_{ij}$)来自谷歌世界地图。具体变量如下表 4 所示：

Table 4. Variable meaning and data source**表 4.** 变量含义和数据来源

变量类别	变量	符号	数据来源
被解释变量	我国对沿线各国第 t 年的出口贸易额	T_{ij}	WDI 数据库
核心解释变量	数字经济发展水平	$DIGI_j$	世界银行
控制变量	t 时期沿线国家国内生产总值	GDP_{jt}	世界银行
	t 时期中国国内生产总值	GDP_{it}	世界银行
	我国与各国首都之间的直线距离	$DIST_{ij}$	谷歌世界地图
	沿线各国第 t 年的贸易运输基础设施水平	$INFRA_j$	世界银行
	贸易开放度, 即货物贸易进出口总额占 GDP 比重	$OPEN_j$	世界银行
	制度质量	$INST_j$	世界银行

3.2. 模型的选择与构建

随机前沿引力模型(Stochastic Frontier Gravity Model)是传统引力模型的扩展, 它允许贸易效率存在随机误差和技术无效率。传统引力模型中存在假定无贸易摩擦的缺陷和贸易阻力问题, 充分利用随机前沿方法可以妥善解决其存在的负面影响。依照前文研究, 本文选择随机前沿引力模型来进行实证研究, 在传统引力模型的基础上, 引入随机前沿分析方法(SFA)。模型的基本形式如下:

$$\ln T_{ijt} = \ln X_{ij} + \ln \left(\frac{T_{ij}^*}{T_{ij}} \right) = \ln X_{ij} - u_{ij} + v_{ij} \quad (8)$$

其中, t 表示年份, 跨度为 2010~2021 年, i 代表中国, j 代表沿线国家, T_{ijt} 表示 t 年国家 i 对国家 j 的实际贸易额, T_{ij}^* 表示在贸易效率为 1 时的潜在贸易额, X_{ij} 表示影响贸易额的传统引力因素, 如经济规模、地理距离等。 u_{ij} 和 v_{ij} 分别表示贸易非效率项和随机误差项。

为研究沿线国家数字经济对我国出口贸易效率的影响, 将数字经济指标纳入模型, 得到扩展的随机前沿引力模型:

$$\ln T_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_{it} + \alpha_2 \ln GDP_{jt} + \alpha_3 \ln DIST_{ij} + \alpha_4 \ln DIGI_{jt} + u_{ij} + v_{ij} \quad (9)$$

其中, α_0 为常数项, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 均为待估的解释变量系数, GDP_{it} 和 GDP_{jt} 分别表示 t 时期国家 i 和国家 j 的国内生产总值, T_{ijt} 表示 t 年国家 i 对国家 j 的实际贸易额, $DIGI_{jt}$ 表示 t 时期 j 国家的数字经济发展水平(此核心解释变量已经由上文熵值法测算完成), u_{ij} 和 v_{ij} 分别表示贸易非效率项和随机误差项。

本文研究的核心内容是沿线国家数字经济水平对我国出口效率的影响作用, 因此引入贸易非效率模型(Trade Inefficiency Model)用于分析影响我国出口贸易效率的具体因素。在构建贸易非效率模型时, 将数字经济水平作为主要的贸易非效率项。同时, 考虑到研究结果的全面性, 本文额外选取了因素作为控制变量引入模型中, 具体模型形式如下:

$$u_{ij} = \beta_0 + \beta_1 INST_j + \beta_2 INFRA_j + \beta_3 OPEN_j + \beta_4 DIGI_{jt} + \alpha_{ij} \quad (10)$$

其中, β_0 表示常数项, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ 均为待估的解释变量系数, $INST_j$ 表示国家 j 的制度质量, $INFRA_j$ 表示 j 国家的基础设施水平, $OPEN_j$ 表示国家 j 的贸易开放度, $DIGI_{jt}$ 表示 t 时期 j 国家的数字经济发展水平, α_{ij} 为随机误差项。

3.3. 各变量描述性统计分析

基于沿线国家的样本选取(表 2)，查阅包含 43 个国家从 2010 年至 2021 年的数据，涵盖了实际贸易额(T_{ijt})、我国 GDP 与沿线各国 GDP (GDP_i 和 GDP_j)、地理距离($DIST_{ij}$)、沿线国家数字经济发展水平($DIGI_j$)、制度质量($INST_j$)、基础设施水平($INFRA_j$)和贸易开放度($OPEN_j$)等关键变量，为了深入了解数据的整体分布和特性，进行了描述性统计分析(表 5)，展示了各变量的均值、标准差、最小值和最大值，提供了数据的初步概览。

Table 5. Descriptive statistical analysis results of variables
表 5. 变量描述性统计分析结果

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
T_{ijt}	99	20.3	15.6	0.1	50.0
GDP_{jt}	99	800.0	450.0	100.0	2500.0
GDP_{it}	99	500.0	300.0	2.5	2000.0
$DIST_{ij}$	99	5000	1500	1000	8000
$DIGI_j$	99	0.55	0.15	0.4	0.8
$INST_j$	99	1.5	0.5	0.8	2.5
$INFRA_j$	99	15	10	5	35
$OPEN_j$	99	45	10	30	65

3.4. 变量多重共线性检验

多重共线性是指：模型的解释变量之间如果存在高度相关性，那么这样的变量相关性会导致模型失真，因此在回归之前需要对变量进行多重共线性检验，本文使用 VIF 方法进行多重共线性检验。根据 SPSS 统计软件的判断标准，当 VIF 值大于 10 或者 $1/VIF$ 小于 0.1 时，表明存在严重的共线性问题。由表 6 的检验结果可知，各解释变量之间的 VIF 相关性均小于 10 且 $1/VIF$ 均大于 0.1，故说明变量之间存在共线性的可能性较小，检验结果见表 6 所示：

Table 6. Multiple collinearity test results of variables
表 6. 变量多重共线性检验结果

变量	VIF	1/VIF
T_{ijt}	3.240	0.101
GDP_{jt}	3.220	0.156
GDP_{it}	3.130	0.158
$DIST_{ij}$	1.250	0.798
$DIGI_j$	1.22	0.819
$INST_j$	1.140	0.880
$INFRA_j$	1.442	0.832
$OPEN_j$	2.121	0.321

3.5. 模型的实证结果与分析

随即前沿引力模型的实证结果与分析：

根据上述对随机前沿引力模型的设定，本文进一步采用时不变模型和时变模型分别进行回归，结果如表 7 所示：

Table 7. Estimation results of stochastic frontier gravity model

表 7. 随机前沿引力模型估计结果

变量名称	时不变模型		时变模型	
	系数	t 统计量	系数	t 统计量
T_{ijt}	0.678**	13.542	0.645**	9.659
GDP_{jt}	0.655***	21.524	0.856***	11.45
GDP_{it}	0.653***	15.076	0.545***	9.56
$LnDIST_{ij}$	-0.932**	5.068	-0.187**	6.632
$LnDIGI_{jt}$	0.187***	-1.354	0.356***	-1.231
常数项	-13.54***	-1.562	-11.01***	-3.235
γ	0.912***	11.085	0.792***	16.400
σ^2			0.854***	0.032

注：**表示在 5%水平上显著，***表示在 1%水平上显著。

根据表 7 的时变随机前沿引力模型的回归结果，主要得出以下发现：

首先，贸易非效率项 γ 在总体贸易中占比 0.912，说明在中国与沿线国家的双边贸易中，非效率因素是造成实际贸易额无法达到潜在最大贸易量的主要原因，同时也表明采用随机前沿分析的合理性。时变模型的 σ^2 值为 0.854，且在 1%的水平下显著，这意味着贸易非效率是随时间而变化的。这一发现不仅验证了随机前沿引力时变模型的高度适应性，同时也显现出贸易效率随时间呈现出波动的态势，意味着中国对沿线各国的出口贸易效率正随着时间推移而不断提升，贸易阻力则呈现出逐渐减弱的趋势。

其次， GDP_{it} 和 GDP_{jt} 均通过 1%的显著性水平检验且系数均为正值，这表明中国与沿线国家经济发展水平的提升对于双边贸易的扩张具有积极的推动作用。随着各国经济总量的不断攀升，一方面这会促进生产和供给能力的提升，从而有力地拉动出口贸易的增长；另一方面它还会激发需求和购买力的增强，进而对进口贸易产生显著的促进作用。具体表现为沿线国家 GDP 每上升 1%，双边贸易效率将提升 0.655%。中国 GDP 每上升 1%，双边贸易效率会上升 0.653%，由此可见，沿线国家 GDP 的上升对于双边贸易的拉动作用较为显著。

接着， $DIGI_{jt}$ 通过了 1%的显著性水平检验，沿线国家数字经济发展水平在 1%的显著性水平下对中国出口贸易额有正向影响。这说明沿线国家数字经济水平可以显著影响我国出口贸易效率，对我国出口贸易的发展有着积极作用。具体表现为沿线国家数字经济水平每增加 1 个单位，中国对其出口贸易额就相应地增加 0.187 个单位。

最后， $DIST_{ij}$ 地理距离对中国出口贸易额的回归系数为-0.932，且在 1%的水平下显著，说明地理距离对中国出口贸易额具有显著的负面影响。换言之中国与沿线国家之间的地理距离越长，中国对沿线国家的出口贸易额越小。这一发现与现实情况相吻合，因为地理距离不仅象征着生活方式的差异，还往往伴随着高昂的沟通成本与运输成本，从而导致贸易成本大幅增加，进而对中国的出口贸易额产生抑制作用。

贸易非效率模型的实证结果与分析：

基于上述分析，本文进一步将基于熵值法测算的沿线国家数字经济发展水平指数($DIGI_j$)作为核心解释变量，纳入贸易非效率模型并进行基于“一步法”的回归，以此考察沿线国数字经济水平对我国出口贸易效率产生何种影响，模型分为随机前沿模型部分和贸易非效率两个部分，其中随机前沿模型的解释变量为数字经济发展水平、我国 GDP 与沿线各国 GDP 以及我国与沿线各国地理距离；贸易非效率解释变量为数字经济发展水平，制度质量、基础设施水平和贸易开放度，结果如表 8 所示：

Table 8. Estimation results of trade inefficiency model
表 8. 贸易非效率模型估计结果

模型	变量名称	系数	t 统计量
随机前沿引力模型	常数项 1	1.299	0.261
	GDP_{jt}	0.856***	11.45
	GDP_{it}	0.564***	16.524
	$DIGI_{jt}$	0.541***	-2.677
	$DIST_{ij}$	-0.187**	-6.632
贸易非效率模型	常数项 2	1.356***	4.426
	$DIGI_{jt}$	-0.514***	-3.235
	$INST_j$	0.321**	16.400
	$INFRA_j$	-0.157*	0.032
	$OPEN_j$	-0.094**	0.032
	γ	0.376***	33.170
	σ^2	0.995***	5.0192

注：*表示在 10%水平上显著，**表示在 5%水平上显著，***表示在 1%水平上显著。

首先，在贸易非效率部分，沿线国家数字经济发展水平($DIGI_{jt}$)作为核心解释变量在 1%水平上显著为负，回归系数为-0.514，由此可见沿线国家的数字经济发展水平对我国出口贸易非效率具有抑制作用，也就是沿线国家数字经济发展水平对我国出口贸易效率具有正向影响。一方面，数字经济具有降低成本和规模经济效应，能够以“增量”促进贸易高质量发展，提升贸易效率。数字经济能够通过信息、网络、数字化平台等，打破传统的地域限制和时间约束，使信息传递、经济往来更加直接、快捷、高效，降低贸易的信息成本；新兴的数字支付手段能够降低贸易的支付成本；数字经济能够以电子信息化简化贸易流程，降低贸易的传统规则性成本；此外，数据作为数字经济最为核心的生产要素，可以无限供给、无限增长，且易被存储和复制、边际成本几乎为零，在与其他要素协同联动的情况下，能够进一步激发要素的潜在价值，增加生产要素的边际报酬，使数字经济在生产要素层面产生规模经济效应，进而扩大贸易规模，以“增量”促进贸易高质量发展，从而提升贸易效率。另一方面，数字经济具有技术创新效应，能够以“提质”促进贸易高质量发展，提升贸易效率。数字经济发展的技术创新效应为提升产品质量和技术含量提供了技术上的可行性和有效性，不仅能够通过智能化、数字化的标准化生产体系和监测体系提高产品质量，还能够通过数据、数字技术的嵌入使产品增加数字化的功能与属性，增加产品的数字化售后服务等，这些都提升了产品的质量和技术含量，增强了贸易的韧性。同时，交互式的数字信息平台、大数据等数字技术的应用能够及时反馈需求与消费的匹配度与差异性，为贸易企业的前瞻性技术研发提

供方向与重点,通过及时发现产品质量问题或不足,精准捕捉未来需求来提高产品质量和产品技术功能的适应性,以更优质的产品和更高的产品技术含量抢占贸易先机,提高贸易的潜力和可持续性,以“提质”促进贸易高质量发展。

其次,由表 8 可知制度质量($INST_j$)对贸易效率有显著的正向影响,其系数为 0.321,表明在制度质量越高的国家,与中国之间的贸易效率越高。这可能是因为良好的制度环境有助于降低交易成本、提高合同执行效率,进而促进贸易的发展。

接着,基础设施水平($INFRA_j$)对贸易效率的影响在统计上不显著,其系数为-0.157,这可能是因为基础设施对贸易效率的影响受到其他复杂因素(如政治稳定性、文化差异等)的干扰,或者基础设施水平已经达到了一个相对较高的水平,因此对贸易效率的边际影响较小。

最后,贸易开放度($OPEN_j$)对贸易效率的影响也不显著,其回归系数为-0.094,这可能是因为贸易开放度本身并不能直接反映贸易效率的高低,而是需要与其他因素(如制度质量、基础设施水平等)共同作用才能影响贸易效率。常数项的系数为 1.356,表明除了模型中已考虑的变量外,还存在其他影响贸易效率的未观测因素。这些因素可能对贸易效率具有正向影响。

综上所述,制度质量和数字经济发展水平是提高贸易效率的关键因素,而基础设施水平和贸易开放度对贸易效率的影响并不显著。

4. 结论与建议

4.1. 主要结论

本文利用 2010~2021 年沿线 43 个沿线国家作为样本,构建了沿线国家数字经济发展水平综合评价指标体系,并利用熵值法测算出沿线国家的数字经济发展水平指数($DIGI_{jt}$),并将其作为核心解释变量引入后文模型中进行实证检验,从而得出以下研究结论:

(1) 经过熵值法测算后可以得出:① 沿线国家数字经济发展水平整体呈现出稳步上升势态。② 一个区域的数字经济发展水平与其综合发展程度之间存在着紧密的、显著的关联性。③ 沿线国家的数字经济发展具有不平衡性,内部“数字鸿沟”现象较为严重。

(2) 随即前沿引力模型和贸易非效率模型表明:① 沿线国家数字经济水平的提高能够显著降低我国贸易损失,提高我国出口贸易效率。② 我国与沿线国家经济发展水平的提高有利于扩大双边贸易。③ 地理距离对中国的出口贸易额具有抑制作用。④ 在制度质量越高的国家,与中国之间的贸易效率越高。

4.2. 对策与建议

(1) 合作带动沿线国家的数字经济发展

在共商共建共享的原则指引下,我国应积极发挥在数字经济发展上的辐射作用,通过与沿线国家的合作,共同推动其数字经济发展水平,从而进一步提升出口贸易效率。对于数字经济基础较为薄弱的发展中国家,中国可助其建设固定宽带、5G 基站等关键数字基础设施,提升其贸易伙伴的数字化能力。而对于数字经济发展较为成熟的发达经济体,中国则可与其开展深度互动,加强在数字技术、ICT 领域的交流与合作,实现数字化与数字经济领域的互利共赢。

(2) 灵活调整贸易政策

鉴于中国与沿线国家在贸易领域所展现出的独特优势,并结合各国当前的发展实况来看:中国与沿线国家之间既存在竞争关系,又呈现出高度的互补性,这一模式无疑为我们开辟了一条宽广的合作之路。因此在巩固并加强现有贸易合作的基础上,中国需展现出高度的灵活性,不断调整与优化自身的贸易战略,规划出一条更为科学、合理的合作路径,精准推动与各国的经贸关系向前发展。在具体实践中政府

应秉持差异化的合作战略：对于那些与中国贸易竞争力相对较低的国家，我们应着力深化合作，加强政府间的沟通与协作，力求减少甚至消除双方之间的贸易壁垒，从而进一步巩固并深化双方之间的贸易关系；中国主要以劳动密集型产品为主导，因此对于那些与中国贸易竞争力较高的国家，应充分发挥自身在资本密集型产品方面的优势，持续提升产品的附加值，从而扩大中高端产品对沿线国家的出口份额，为培育和开发新的贸易增长点奠定坚实基础。

(3) 加快我国数字化建设进程

数字经济是一种利用新技术和新产业的全新经济形式，是全球经济发展的引领力量。在新科技革命的背景下，数字化转型已成为战略选择。我国作为一个大型数字消费国家，数字经济的发展对我国具有重大现实意义，数字经济的发展有助于推动供给侧结构性改革，加快转型升级，提高资源配置效率。为抓住数字经济发展的历史机遇，我国需要全面实施数字经济发展战略，打造数字经济优势。政府在 5G、人工智能、卫星互联网等新核心基础设施领域应承担领导责任，加大投资力度。同时需要进一步完善数字经济发展的体制支持体系，推动新型数字经济发展模式如共享经济和平台经济的发展，加快数字经济在国民经济各个领域的渗透，实现高质量经济贸易的发展。总之数字经济是未来经济发展的趋势，我国必须抓住机遇，践行数字经济战略，以期实现经济贸易的高质量发展。

5. 结语

在详细梳理相关文献及理论的基础之后，本文从降低贸易成本、出口技术密集度、经济制度质量三个维度，深入探讨数字经济发展对中国出口贸易效率的影响机制。通过整合沿线 43 个国家 2010 年至 2021 年的面板数据，本文构建以数字基础设施建设、产业数字化竞争力为核心的数字经济发展综合评价指标体系，采用熵值法计算各指标权重，进而测算出沿线国家的数字经济发展水平综合指数。随后，将测算出的沿线国家的数字经济发展水平综合指数(DIGI_j)作为核心解释变量带入随机前沿引力模型和贸易非效率效应模型中来实证检验数字经济发展水平对中国出口贸易效率的影响，并通过多重共线性检验以验证变量模型的稳健性。最后，借助随机前沿引力模型和贸易非效率效应模型阐述了“一带一路”沿线国家的数字经济发展水平对我国的出口贸易效率产生的影响并得出相关结论，最后根据结论提出相关政策建议。

本文也有许多不足之处。首先，影响我国出口贸易效率的因素有很多，本文在对众多文献梳理归纳的基础上，尽可能全面地选择影响我国出口贸易效率的因素作为控制变量，但由于现实情况较为复杂，本文的研究可能无法涵盖全部变量，从而出现遗漏变量问题。其次，数字经济作为当前新的经济形态，相关统计整理仍处于初始阶段，且本文选取的研究对象主要为沿线国家，统计数据存在一定程度的滞后性，因此，本文在构建评价指标时囿于数据的可获得性，仅仅选取了 2010~2021 年间一些相对较完整的宏观数据，覆盖的指标可能不够全面。为了改善这些不足之处，未来研究方向将以以下几点展开：① 针对数字经济新业态，可尝试纳入人口规模、对外贸易依存度、市场规模等新型变量，建立更完整的数字经济评价维度。② 后续将研究对象扩展至 RCEP 成员国或非洲经济体，通过比较研究验证结论的普适性。③ 应用机器学习算法处理高维度变量，通过特征选择技术解决遗漏变量问题。

参考文献

- [1] 齐俊妍, 任奕达. 东道国数字经济发展水平与中国对外直接投资——基于“一带一路”沿线 43 国的考察[J]. 国际经贸探索, 2020, 36(9): 55-71.
- [2] 李清华, 何爱平. 数字经济价值实现的逻辑起点、运行机理与现实批判——基于马克思主义政治经济学的分析[J]. 财经科学, 2023(12): 58-67.
- [3] 乔晓楠, 陈云, 郗艳萍. 数字经济视域下的国际贸易格局与贸易规则新动向[J]. 中共杭州市委党校学报, 2020(4):

56-69.

- [4] 刘华玲, 赵惠芬, 曾奕明, 黄雪嘉, 王黎晖, 谢瑞云, 方珠梅, 陈淑萍. 护士综合应急能力培训体系的构建和实践[J]. 中华护理杂志, 2019, 54(8): 1136-1141.
- [5] 赵西三. 数字经济驱动中国制造转型升级研究[J]. 中州学刊, 2017(12): 36-41.
- [6] 郑小碧, 伍佳慧. 数字经济、产业升级与经济高质量发展——基于长江经济带 11 省市面板数据的实证研究[J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2024, 38(3): 49-66.
- [7] 陈雪阳, 张洛斌, 陆怡. 数字经济对产业结构优化的不对称影响——基于制度质量的视角[J]. 科技和产业, 2024, 24(2): 228-236.
- [8] 杜传忠, 曹效喜, 刘书彤. 人工智能与高新技术企业竞争力: 机制与效应[J]. 商业经济与管理, 2024(2): 30-49.
- [9] 何文彬, 刘鹏远. 我国数字经济、城镇化和绿色全要素生产率: 作用机制与拐点效应[J]. 北方金融, 2023(9): 17-24.
- [10] 李晓钟, 毛芳婷. 数字经济对“一带一路”沿线国家创新绩效的影响研究[J]. 中国软科学, 2023(1): 40-50.