

# “双碳”目标下数字经济赋能低碳贸易竞争力提升的研究

周玉洁, 陈海波

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年2月8日; 录用日期: 2025年2月21日; 发布日期: 2025年3月14日

## 摘要

在“双碳”目标的背景下, 降低贸易碳排放, 赋能我国低碳贸易竞争力提升, 显得尤为重要。数字经济作为经济增长的新引擎, 其与对外贸易深度融合已成为推动我国对外贸易绿色低碳转型的重要动能。文章选取30个省份2012~2021年的相关数据, 应用双向固定效应模型、调节效应模型, 实证分析数字经济对低碳贸易竞争力的影响。结果发现: 数字经济可以显著赋能我国低碳贸易竞争力的提升, 并且存在区域异质性, 数字经济对东部、中部地区影响显著, 对西部地区影响不明显。技术市场发展水平在数字经济和低碳贸易竞争力的关系中具有正向调节作用。因此, 应大力推进数字经济, 促进数字经济在对外贸易领域的融合应用, 借助技术市场健康繁荣发展的调节作用, 进一步赋能我国低碳贸易竞争力提升。

## 关键词

双碳, 数字经济, 低碳贸易竞争力

## Research on the Enhancement of Low-Carbon Trade Competitiveness Empowered by the Digital Economy under the “Double Carbon” Targets

Yujie Zhou, Haibo Chen

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Feb. 8<sup>th</sup>, 2025; accepted: Feb. 21<sup>st</sup>, 2025; published: Mar. 14<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Under the background of “double carbon” goal, it is particularly important to reduce trade carbon emissions and empower China’s low-carbon trade competitiveness. As a new engine of economic growth, the deep integration of digital economy and foreign trade has become an important kinetic energy to promote the green and low-carbon transformation of China’s foreign trade. Based on the data of 30 provinces from 2012 to 2021, this paper empirically analyzes the influence of digital economy on the competitiveness of low-carbon trade by applying two-way fixed effect model and regulatory effect model. The results show that the digital economy can significantly enhance the competitiveness of China’s low-carbon trade, and there is regional heterogeneity. The digital economy has a significant impact on the eastern and central regions, but not on the western region. The development level of technology market plays a positive role in the relationship between digital economy and low-carbon trade competitiveness. Therefore, it is imperative to vigorously advance the digital economy and promote its integration and application in the field of foreign trade. By leveraging the regulatory role of a healthy and prosperous technology market, further enhancement of China’s low-carbon trade competitiveness can be achieved.

## Keywords

Double Carbon, Digital Economy, Low-Carbon Trade Competitiveness

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

党的二十大报告指出：“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，我国数字经济发展又上新台阶，数字经济规模达到45.5万亿元，同比增长16.2%，占GDP比重达39.8%<sup>1</sup>，数字经济作为国民经济增长的新引擎，展现出强大的韧性。对外贸易也逐渐向数字化转型。但是近年来，随着全球各国工业化、城市化发展速度和规模加快，气候变暖导致的生态环境恶化问题急剧凸显，控制碳排放量已成为全球各国共同努力的责任和义务。中国作出承诺，力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和目标。为此，我国积极为此作出努力，并制定了一系列章程和方案。在应对全球气候危机，实现“双碳”目标的压力下，提升我国低碳贸易竞争力势在必行。因为，只有高水平的低碳贸易竞争力，我国能够在未来趋于绿色、低碳的国际贸易合作中取得优势和话语权。本文从“双碳”目标背景出发，进行数字经济赋能中国低碳贸易竞争力提升的实证研究，探索促进我国低碳贸易竞争力提升的新路径。

## 2. 文献综述

### (一) 有关数字经济的内涵、测度、效益的研究

数字经济作为经济高质量发展的重要引擎，呈现出令人瞩目的活力和生机，引起了学者们的关注，目前对数字经济的研究主要有以下几个方面。一是关于数字经济内涵的研究。“数字经济”首先是由Tapscott (1996)在《数字经济：网络智能时代的前景与风险》一书中提出，他认为数字化信息和知识是数

<sup>1</sup>该数据来源于《中国数字经济发展报告(2022年)》。

字经济发展的根本,而电子商务则是其发展的新形态[1]。Cohen等(2000)认为数字经济其实是一种信息技术,以数字形式操纵、组织、传输和存储信息的工具[2]。Carlsson(2004)认为数字经济是信息数字化与互联网相结合,代表一种通用技术,称之为“新经济”,他提出在“新经济”中真正新的是互联网使用的扩散[3]。李长江(2017)对数字经济的起源、发展历程进行系统梳理,认为数字经济是主要以数字技术方式进行生产的经济形态,同时是一个时效性概念[4]。魏中龙(2021)从多个方面对数字经济的特征进行了研究,他认为数字技术是赋能数字经济的核心动力,通过数字主导产业,产业融合数字,推动传统产业走向高质量发展[5]。二是对数字经济测度方法的研究。邓小华等(2023)运用熵值法从数字基础设施建设、数字经济普及程度、数字产业发展水平、数字技术创新水平等方面构建指标体系[6]。王维国等(2023)运用主成分分析法从数字产业发展、数字创新能力和数字应用水平等三个方面选取指标构建指标体系[7]。可见,数字经济指标构建一般使用熵值法,并且基本从数字基础设施、数字产业、产业数字、数字创新、数字应用等维度进行指标选取。三是关于数字经济效益的研究。有很多学者在早年间就研究了数字技术与经济增长之间的关联性。钟群英等(2023)发现了数字经济与对外贸易之间存在“倒U型”关系[8]。迟明园等(2022)发现数字经济能够革新传统产业,推动产业结构升级,同时可以从生产方式、经营方式和流通方式等角度促进产业优化[9]。

### (二) 有关低碳贸易竞争力测度、影响因素的研究

低碳贸易竞争力是在传统贸易竞争力的基础上发展得到的,结合新时代国际贸易绿色低碳的新趋势,学者对其进行了以下研究。一是对于低碳贸易竞争力测度的研究。国内外测算碳排放的方法主要有三种,即:IPCC方法、投入产出法和生命周期法。在国内,郑义等(2015)从低碳贸易的国际新趋势出发,首先提出了低碳贸易竞争力指数的概念,结合传统贸易竞争力和碳生产率构建出低碳贸易竞争力指数,对我国各行业数据进行测算,发现传统贸易竞争力高估了国内部分产业的竞争力[10]。胡剑波等(2019)从国际贸易和省际贸易两个方面对我国产品部门的碳排放进行研究,运用投入产出分析法、非竞争型投入产出模型测算出出口贸易、省内流出和进口贸易、省外流入的隐含碳排放,构建出低碳贸易竞争力指数[11]。郭凤等(2022)利用IPCC方法计算能源消费碳排放,并用我国单位GDP产生的二氧化碳排放量作为碳排放强度,构建出低碳贸易竞争力指数[12]。二是关于低碳贸易竞争力影响因素的研究。国外学者Srivastav(2018)通过对亚洲低碳经济进行研究,发现了行业层面低碳竞争力的三个影响因素:转化为低碳产品和流程的能力、获得和保持市场份额的能力以及有利的起点[13]。佟家栋等(2022)通过低碳贸易竞争力指数进行连续测度,研究分析了我国不同产业部门的低碳贸易竞争力的不同未来趋势与特征,并提出在部分金属冶炼等制造业、加工业进行能源结构转型升级,将有效促进我国对外贸易发展[14]。

### (三) 数字经济对低碳贸易竞争力影响的研究

分析二者内在机理的文献较少。郭凤等(2022)认为数字经济能够促进碳贸易竞争力的提升,并且以绿色技术进步作为中介,实证研究证明了数字经济能够通过绿色技术进步赋能低碳贸易竞争力的提升[12];邸甜甜(2021)等通过对2011~2020年我国30个省份的省级面板数据进行研究,同样发现数字经济对低碳贸易竞争力具有显著促进作用,并且以绿色技术创新为中介,发现绿色技术创新具有完全中介效应[15]。姚战琪(2021)研究发现,以人力资本、数字经济与人力资本的交互项为中介变量,证明了数字经济能够通过人力资本提升贸易竞争力,并且是通过作用于创新产出和创新效率实现,同时对东部地区效用显著[16]。

虽然学者已经进行诸多研究,但仍然具有一定的研究空间。基于此,本文具有以下创新点。第一,现有文献鲜少研究数字经济对于低碳贸易竞争力的影响,并且均研究以绿色技术进步为中介变量的中介效应模型;第二,构建了调节效应模型,创新地引入技术市场发展水平这一调节变量,验证技术市场发展水平在数字经济对低碳贸易竞争力的影响中发挥何种调节作用。

### 3. 理论分析和研究假设

数字经济因为具有虚拟性、高渗透性、价值增值性、高附加性等特点,从而呈现出不可比拟的独特优越性,首先,数字经济具有技术溢出效应,可以通过云计算、5G通信等数字化方式推动不同产业、经济主体之间的信息交换与传递,这种信息传递可以使技术被更广泛的应用,提升效率[17]。数字经济能够促进技术研发创新、迭代升级和普及推广,推动绿色技术的研发、衍生。绿色技术能够有效提升能源利用效率、改善能源结构,降低碳排放,从而提升我国低碳贸易竞争力;其次,数字经济依托信息网络和信息通信技术,能够有效改善传统贸易交通运输成本高、信息交流不便、贸易流程冗长等缺点,使贸易过程趋向无纸化,减少了生产和贸易过程中的能耗,有效降低了贸易成本[18][19]。另一方面,数字经济使得原先不可或难以贸易的产品可贸易化,扩大国际贸易标的物的种类,例如,信息技术、软件和信息服务业等生产性服务业的创新与发展就使得服务贸易规模迅速扩大,服务贸易比重上升。据此,本文提出假设1:

H1: 数字经济能够促进低碳贸易竞争力的提升(见图1)。

生产要素理论中,学者们把技术市场归结为一种要素市场,它可以联结科技创新和经济增长,是各项专利技术的交易平台,是科技创新产品研发、交换、流通的重要渠道[20]。技术市场的繁荣健康发展能够消弭技术流通交易的边界、促进区域间合作交流,有效地提升数字技术创新成果的应用范围和效率,将数字技术创新成果更快速、更有效地应用到贸易中去。这些新技术的应用帮助企业减少生产过程中的碳排放,成为低碳贸易发展竞争力[21]。其一是绿色技术的流通和应用,绿色技术能够有效改善能源使用结构,提升能源利用效率,使得生产和贸易过程中使用的能源趋于清洁、绿色,直接降低碳排放量[22]。其二是新兴技术的发展,数字经济的发展还催生了大量新兴技术创新,如物联网、人工智能和大数据技术等,这些新兴技术在技术市场得以流通,强化了智能供应链管理,推动了智能物流系统等绿色物流方式的覆盖面,减少了贸易物流运输环节的碳排放。据此,本文提出假设2:

H2: 技术市场发展水平正向调节数字经济与低碳贸易竞争力之间的关系(见图1)。

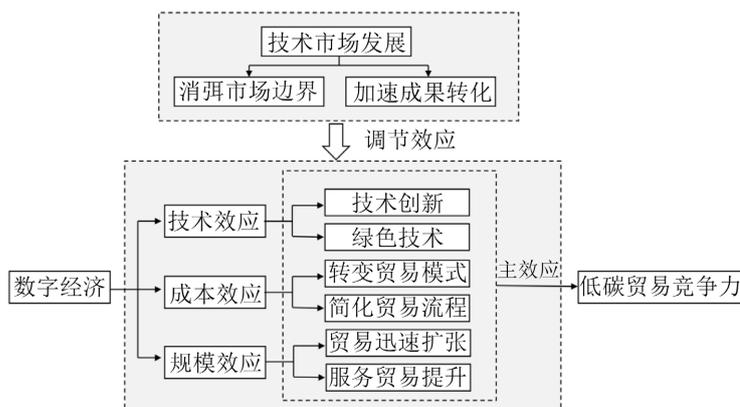


Figure 1. Theoretical model of digital economy empowering the enhancement of low-carbon trade competitiveness  
图1. 数字经济赋能低碳贸易竞争力提升的理论模型

### 4. 指标选取与模型构建

#### (一) 样本选取与数据来源

本文选取我国30个省份(西藏除外),2012~2020年的相关数据进行分析。原始数据来源于《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》以及各省份统计年鉴,缺失

数据采用插值法补充。

(二) 指标选取

1) 被解释变量

本文借鉴胡剑波等(2018)关于低碳贸易竞争力的研究, 构建低碳贸易竞争力指数(Low Carbon Trade Competitiveness, LCTC) [11]。其内涵是指一个国家或者地区的产品、产业在全球低碳经济的浪潮中所获得的国际贸易竞争力的能力, 它表示一国或地区进出口贸易碳排放的差额占进出口贸易总额碳排放的比重, 见公式(1):

$$LCTC = \frac{C_{ex} - C_{im}}{C_{ex} + C_{im}} \quad (1)$$

LCTC 为低碳贸易竞争力指数,  $C_{ex}$  和  $C_{im}$  为出口、进口贸易碳排放量。其取值范围在[-1, 1], 其取值越接近 1, 表明低碳贸易竞争力水平越高。其中,  $C_{ex}$  和  $C_{im}$  为我国出口贸易和进口贸易所产生的碳排放量。本文参照郭风等(2022)的做法, 出口贸易碳排放的衡量方式见公式(2) [12]:

$$C_{ex} = \frac{Ce_{ex}}{GDP_c} * T_{ex} \quad (2)$$

$Ce_{ex}$  为我国某地区二氧化碳排放量,  $GDP_c$  为我国某地区生产总值,  $T_{ex}$  为我国某地区出口贸易额。其中  $C_e$  的测算方式参考 IPCC 所使用的方法, 用第  $i$  种能源的消费量乘以  $i$  种能源的  $CO_2$  排放系数;

进口贸易碳排放的衡量方式见公式(3):

$$C_{im} = \frac{Ce_{im}}{GDP_w} * T_{im} \quad (3)$$

$Ce_{im}$  为我国某省份进口商品国家的碳排放量,  $GDP_w$  该国家生产总值,  $T_{im}$  为我国某地区进口贸易额。

2) 核心解释变量

本文按照简明性、科学性、可得性的指标选取原则, 从数字基础设施、数字产业发展、数字经济环境 3 个维度构建数字经济发展水平评价指标体系, 详细指标体系构建见表 1。

Table 1. Digital economy indicator system

表 1. 数字经济指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	方向	
数字基础设施	硬件设施	光缆线路长度	万公里	+	
		移动电话基站数	万个	+	
		互联网宽带接入端口	万个	+	
	软件设施	域名数	万个	+	
		网页数	万个	+	
		IPv4 地址数	万个	+	
数字产业发展	数字产业化	邮政业务总量	亿元	+	
		电信业务总量	亿元	+	
		软件业务收入	万元	+	
		快递业务收入	万元	+	
	产业数字化	数字普惠金融指数			+
		电子商务销售额	亿元	+	
		每百家企业拥有网站数	个	+	
		每百人使用计算机台数	台	+	

续表

数字经济环境	人才环境	高等教育毕业人数	人	+
		信息类就业人数	万人	+
	创新环境	规模以上工业企业 R&D 经费	亿元	+
		规模以上工业企业 R&D 项目数	万个	+
		技术市场成交额	亿元	+

### 3) 调节变量

技术市场是要素市场的重要组成部分,有助于推动科技研发的供给端与生产生活的需求端紧密联结。技术市场能够促进科技创新成果转化为具有实际应用价值的产品或服务。本文引入技术市场成交额作为调节变量,试图探究技术市场对数字经济与低碳贸易竞争力关系的调节作用,采用技术市场成交额与 GDP 之比进行衡量,用 TEC 来表示。

### 4) 控制变量

(1) 创新研发(INNOV),选用各省份专利授权量进行衡量,并取对数进行处理。能源消耗结构(ENE),用煤炭消耗量占能源消费总量之比进行衡量。环境规制(ER),用工业污染治理完成投资占 GDP 比重表示。经济发展水平(PGDP),用人均 GDP 取对数进行衡量。城市绿化(CITY),用城市绿化面积取对数。外商直接投资(FDI),用外商直接投资额与 GDP 之比表示。

## (三) 模型构建

### 1) 基准回归模型

为了验证假设,采用平衡面板数据,构建静态面板模型,验证数字经济对低碳贸易竞争力的影响,进行定量分析。

$$LCTC_{it} = \alpha + \beta_1 DIG_{it} + \beta_2 INNOV_{it} + \beta_3 ENE_{it} + \beta_4 ER_{it} + \beta_5 PGDP_{it} + \beta_6 CITY_{it} + \beta_7 FDI_{it} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it}$$

其中,  $LCTC_{it}$  表示  $i$  省第  $t$  年低碳贸易竞争力指数,  $DIG_{it}$  表示  $i$  省第  $t$  年数字经济发展水平,  $INNOV_{it}$ 、 $ENE_{it}$ 、 $ER_{it}$ 、 $PGDP_{it}$ 、 $CITY_{it}$ 、 $FDI_{it}$  分别表示  $i$  省第  $t$  年的创新研发、能源消耗结构、环境规制、经济发展水平、城市绿化、外商直接投资。 $\beta_1 \sim \beta_7$  是回归系数,  $\alpha$  为常数项,  $\lambda_i$  和  $\mu_t$  分别表示个体固定效应和时间固定效应,  $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。

### 2) 调节效应模型

为验证技术市场发展水平是否在数字经济对低碳贸易竞争力的影响中起调节作用,引入调节变量技术市场发展水平,构建调节效应模型如下:

$$LCTC_{it} = \theta_0 + \theta_1 DIG_{it} + \theta_2 Controls_{it} + \lambda_i + \mu_t + \mu_{it}$$

$$LCTC_{it} = \phi_0 + \phi_1 DIG_{it} + \phi_2 TEC_{it} + \phi_3 DIG_{it} * TEC_{it} + Controls_{it} + \lambda_i + \mu_t + \mu_{it}$$

其中,  $TEC$  表示技术市场发展水平,  $Controls_{it}$  表示影响低碳贸易竞争力的控制变量,其他变量含义与基准回归模型相同。

## 5. 计量模型检验和实证结果分析

### (一) 描述性统计分析

如表 2 所示是基准回归中各变量的描述性统计。总体看,各变量的标准误差均小于 2,说明数据相对稳定。其中,低碳贸易竞争力指数均值为-0.5366,最大值为 0.28,最小值为-0.92,最大值和最小值之间有一定的差距,说明低碳贸易竞争力不同省份之间存在较大的差异。从核心解释变量数字经济发展水平

看, 最小值为 0.01, 最大值 0.74, 表明中国不同区域数字经济发展水平也存在较大差异, 具有地区不平衡性。

**Table 2.** Descriptive statistics of benchmark regression  
**表 2.** 基准回归的描述性统计

Variable	Obs	Mean	SD	Min	Median	Max
LCTC	300	-0.5366	0.226	-0.92	-0.56	0.28
DIG	300	0.1185	0.117	0.01	0.08	0.74
INNOV	300	10.3040	1.416	6.22	10.43	13.68
ENE	300	0.3775	0.148	0.01	0.39	0.69
ER	300	0.0011	0.001	0.00	0.00	0.01
PGDP	300	10.8705	0.434	9.85	10.82	12.12
CITY	300	0.3474	0.182	0.04	0.39	0.67
FDI	300	0.0183	0.014	0.00	0.02	0.08
TEC	300	0.01716	0.0295	0.000186	0.00751	0.17495

## (二) 基准回归分析

在进行基准回归之前, 对面板模型进行修正的豪斯曼检验。结果显示,  $\text{Prob} > F = 0.0000$ , 拒绝采用随机效应模型原假设, 故本文选用固定效应模型进行参数估计, 并控制时间效应和个体效应。

为保证模型的精确和细密性, 通过逐步加入控制变量的方法进行回归, 基准回归结果如表 3 所示。在模型 1 中, 仅检验数字经济和低碳贸易竞争力两者的关系, 由结果可知, 数字经济通过了 1% 的显著性水平检验且系数为正, 表明数字经济对低碳贸易竞争力在显著正向作用。在模型 2~7 中, 逐步加入控制变量后发现, 核心解释变量数字经济的显著性并没有改变且都通过 1% 的显著性水平检验, 回归系数均为正。在模型 7 中, 数字经济回归系数为 0.4274, 即在控制其他变量不变的情况下, 数字经济水平每提高 1 个单位, 低碳贸易竞争力提高 0.4272 个单位。由此可以推断, 数字经济对低碳贸易竞争力的直接促进作用非常强, 该结果验证了假设 H1。在模型 7 中, 由控制变量回归检验结果可以发现, 创新研发会负向导致低碳贸易竞争力的降低, 且通过了 5% 的显著性检验, 回归系数为 -0.042, 表明创新研发每提高 1 个单位, 低碳贸易竞争力指数下降 0.042 个单位。可能的原因是: 技术创新必然会使用大量机器设备和基础设施, 设备设施运转耗费巨大电力。此外, 创新技术在交易、流转的过程中也会产生一定能耗, 导致二氧化碳排放增加, 低碳贸易竞争力下降。经济发展水平通过了 1% 的显著性水平检验, 表明经济增长能够对低碳贸易竞争力的提升起到正向促进作用, 其回归系数为 0.5276, 可能的原因是随着经济的增长, 我国将会淘汰落后的产能, 出口贸易结构改善, 同时, 劳动力成本也大幅提升, 外资企业将污染高、附加值低的加工制造业转移到劳动力成本更低的地区, 为外贸企业提供了良好的营商环境, 促进了我国低碳贸易竞争力的提升。城市绿化通过了 1% 的显著性水平检验, 表明城市绿化能够促进低碳贸易竞争力的提升, 其回归系数为 1.3354, 城市内的绿色植被可以通过缓解热岛效应减少城市碳排放, 此外, 在夏季, 绿色植被为城市提供荫蔽, 可以显著降低城市温度, 节省空调能耗; 在冬季, 城市绿地的防风林, 能够有效减少城市供暖的能源消耗, 减少二氧化碳排放。外商直接投资和能源消费结构均没有通过显著性检验。外商直接投资没能通过显著性检验可能的原因有: 新冠疫情给全球经济带来严重的冲击, 海外投资者纷纷缩减对外投资金额以规避政策不确定性和市场风险。另外, 随着我国经济腾飞, 对外商直接投资的需求和偏好逐渐下降, 导致外商直接投资不能对低碳贸易竞争力发挥有利影响; 能源消费结构没有通

过显著性检验可能原因是：我国是煤炭消费大国，煤炭使用体量大，在短期内较难对能源结构有明显改善。

**Table 3.** Results of benchmark regression  
**表 3.** 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Variables	LCTC	LCTC	LCTC	LCTC	LCTC	LCTC	LCTC
DIG	0.5523*** (5.8952)	0.5313*** (5.4653)	0.5154*** (5.3385)	0.4899*** (4.9837)	0.4477*** (5.0116)	0.4227*** (4.7821)	0.4274*** (4.8188)
INNOV		-0.0167 (-0.8150)	-0.0093 (-0.4553)	-0.0050 (-0.2429)	-0.0414** (-2.1315)	-0.0449** (-2.3388)	-0.0420** (-2.1433)
ENE			-0.3010** (-2.4242)	-0.2696** (-2.1355)	-0.1087 (-0.9335)	-0.0640 (-0.5534)	-0.0656 (-0.5666)
ER				7.1617 (1.3220)	6.2122 (1.2639)	6.6773 (1.3785)	6.6810 (1.3781)
PGDP					0.5723*** (7.5089)	0.5178*** (6.7018)	0.5276*** (6.7283)
CITY						1.3300*** (2.9772)	1.3354*** (2.9862)
FDI							-0.3598 (-0.7524)
_cons	-0.6693*** (-52.4954)	-0.5081** (-2.5634)	-0.4422** (-2.2307)	-0.5047** (-2.4800)	-6.2495*** (-7.9408)	-6.1023*** (-7.8560)	-6.2260*** (-7.8351)
个体固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	300	300	300	300	300	300	300
adj. <i>R</i> <sup>2</sup>	0.603	0.602	0.610	0.611	0.680	0.689	0.689

注：*t* statistics in parentheses. \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ 。

### (三) 稳健性检验

为确保上述基准回归结果的准确性，使用 4 种不同的方法进行稳健性检验。

第一，考虑到数字经济发展需要一定的周期，可能对低碳贸易竞争力的影响存在一定的时滞效应，将核心解释变量滞后 1 阶进行回归。第二，由表 2 各变量描述性回归分析可知，各变量的最大值与最小值差异较大，存在区域间不平衡性，为避免极端值对实证结果的影响，本文对样本数据进行 1% 的双侧缩尾处理。第三，调整样本期。本文使用缩短样本期的方式进行稳健性检验。2015 年以后，我国数字经济快速发展，保留 2015~2021 年的数据进行实证估计，结果如表 4 所示。

**Table 4.** Results of robustness tests  
**表 4.** 稳健性检验结果

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
	核心解释变量滞后 1 阶	替换核心解释变量	缩尾处理	2015~2021 年
	LCTC	LCTC	LCTC	LCTC
DIG	0.4538*** (4.4770)	0.7128*** (4.8006)	0.5197*** (5.4724)	0.4902*** (3.6642)
INNOV	-0.0353 (-1.5238)	-0.0463** (-2.3885)	-0.0312* (-1.6528)	-0.0218 (-0.6806)
ENE	0.0544 (0.3908)	-0.0767 (-0.6622)	-0.0876 (-0.8381)	-0.0106 (-0.0580)
ER	9.0836* (1.6949)	8.3919* (1.7508)	9.1939* (1.7213)	1.1667 (0.1503)
PGDP	0.5517*** (5.9441)	0.4661*** (5.8409)	0.5031*** (7.0284)	0.5000*** (3.5402)
CITY	1.4947** (2.5147)	1.3975*** (3.1313)	1.5184*** (3.8340)	0.0000 (.)
FDI	-0.3597 (-0.6725) (-2.1701)	-0.2562 (-0.5367) (-5.5966***)	-0.3923 (-0.8866) (-4.6080)	-0.6662 (-0.8274) (-2.9529)
_cons	-6.7861*** (-7.1354)	(-6.9633) 0.7128***	-6.1344*** (-8.3647)	-5.7190*** (-3.7276)
个体固定	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	270	300	300	210
adj. <i>R</i> <sup>2</sup>	0.658	0.689	0.730	0.208

注: *t* statistics in parentheses. \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ 。

#### (四) 异质性分析

##### 1) 基于区域的异质性分析

我国疆域辽阔, 不同地域之间异质性强, 为深入研究不同地理区域数字经济对低碳贸易竞争力的影响程度, 参照以往文献的划分方法, 将我国 30 个省份划分为东部地区、中部地区和西部地区三个分组样本进行回归, 异质性回归结果如表 5 所示。可以看出, 中国东部地区、中部地区和西部地区在数字经济赋能低碳贸易竞争力提升存在显著差异。列(1)和列(2)表明我国东部地区和中部地区的数字经济发展水平均通过了 1% 的显著性水平检验, 且当数字经济发展水平每提高 1 个单位, 东部地区的低碳贸易竞争力就提升 0.3437 个单位, 中部地区低碳贸易竞争力会提升 2.3957 个单位, 中部地区数字经济对低碳贸易竞争力的促进作用比东部地区更强。可能是因为东部地区的数字经济已经相对成熟, 在促进低碳贸易竞争力提升的过程中出现了边际效应递减, 而中部地区正在大力发展数字经济, 利用数字经济的红利, 赋能了低碳贸易竞争力提升。但是, 从列(3)可以看出, 西部地区数字经济发展水平没有通过显著性检验, 这表明在西部地区数字经济对于低碳贸易竞争力的赋能并不明显。可能的原因是西部地区数字基础设施建设不完善, 数字技术也不够成熟, 普及率低, 难以发挥数字经济作用, 未能赋能其低碳贸易竞争力的提升。

**Table 5.** Results of regional heterogeneity analysis  
**表 5.** 区域异质性分析结果

Variables	(1)	(2)	(3)
	东部地区	中部地区	西部地区
	LCTC	LCTC	LCTC
DIG	0.3437*** (4.1443)	2.3957*** (7.1077)	0.9247 (1.4719)
控制变量	控制	控制	控制
_cons	-8.9624*** (-6.6502)	-0.8767 (-0.7523)	-2.3503 (-0.9600)
个体固定	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES
<i>N</i>	110	80	110
adj. <i>R</i> <sup>2</sup>	0.856	0.878	0.530

注: *t* statistics in parentheses. \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ 。

### (五) 作用机制分析

为进一步探究数字经济赋能低碳贸易竞争力提升的影响机制, 本文选用技术市场发展水平(TEC)作为调节变量, 研究其在数字经济对低碳贸易竞争力影响关系中发挥的作用。

如表 6 所示报告了技术市场发展水平对数字经济与低碳贸易竞争力的调节效应。其中, 列(1)和列(2)显示, 数字经济赋能低碳贸易竞争力提升的主效应得到了验证。列(2)加入了数字经济和技术市场发展水平的交互项, 表示技术市场发展水平(TEC)调节效应回归结果。结果表明, 数字经济与技术市场发展水平的交互项(DIG × TEC)系数为 2.2415, 且在 10% 的水平下显著。这说明技术市场发展水平显著增强了数字经济赋能低碳贸易竞争力提升的机制, 具有正向调节作用。技术市场的繁荣发展有助于推进技术研发成果转化为经济效益和科技创新产品的实际应用, 从而增强数字经济对数字技术创新的推动作用, 使得生产、加工和贸易过程富有效率, 助推产业结构和贸易结构革新升级, 向低碳绿色转变。

**Table 6.** Moderation effect tests  
**表 6.** 调节效应检验

Variables	(1)	(2)
	LCTC	LCTC
DIG	0.4274*** (4.8188)	0.3477*** (3.4711)
TEC		-0.0276 (-0.0488)
TEC × DIG		2.2415* (1.8104)
控制变量	控制	控制
个体固定	YES	YES
时间固定	YES	YES
_cons	-6.2260*** (-7.8351)	-6.3012*** (-7.7030)
<i>N</i>	300	300
adj. <i>R</i> <sup>2</sup>	0.689	0.690

注: *t* statistics in parentheses. \* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ 。

## 6. 研究结论与政策建议

### (一) 研究结论

基于 2012~2021 年我国 30 个省级行政区的面板数据, 应用双向固定效应模型、调节效应模型进行实证检验, 探究数字经济对低碳贸易竞争力的影响机制, 得出以下结论: 第一, 数字经济能够显著赋能低碳贸易竞争力提升。第二, 异质性检验表明, 数字经济能够显著正向促进我国低碳贸易竞争力的提升, 而且对东部地区、中部地区影响显著, 对西部地区影响不明显。第三, 数字经济可以通过技术市场这一调节变量显著赋能低碳贸易竞争力的提升。

### (二) 政策建议

第一, 以“绿色”为核心, 大力发展数字经济。一方面要优化数字基础设施建设, 建设绿色数据中心, 利用清洁能源为数据中心供电; 降低通信网络能耗, 包括推动 5G 基站节能改造, 推广光纤网络等。另一方面要大力发展数字产业, 推动制造业数字化转型升级, 优化生产流程, 利用绿色低碳技术, 降低资源消耗和污染排放。此外, 构建绿色数字金融体系也十分有必要, 提供绿色信贷、绿色债券等金融产品, 支持数字技术研发和商业化应用, 鼓励金融机构为相关的中小企业提供低息贷款和风险投资。

第二, 推动区域间数字经济平衡发展。东部地区经济发达, 科技资源丰富, 人才聚集, 要继续强化技术创新引领, 进一步研发高端数字技术和数字服务业, 此外, 还要鼓励东部企业向中西部转移非核心业务, 辐射带动中西部发展。中部地区处于快速成长期, 制造业基础扎实, 可以做好制造业数字化转型、承接东部产业转移。西部地区土地成本低廉、能源丰富, 数字经济发展处于起步阶段, 要加强数字基础设施建设, 引进人才, 利用清洁能源建设绿色数据中心, 承接东部算力需求, 推动“东数西算”工程落地。

促进技术市场繁荣健康发展。我国要进一步加强科技创新的支持力度, 鼓励经济主体在研发阶段加大投入, 研发出高质量的、具有国际竞争力和实际应用价值的科技成果。加快技术市场改革, 打破技术市场交易壁垒和行业垄断, 规范技术市场交易秩序, 破除技术要素流通阻碍, 促进技术要素跟随供求关系自由交易。这样才能够使得理论上的科技创新成果更大范围地应用到实体经济中, 驱动外贸高质量发展, 增强数字经济对低碳贸易竞争力的赋能作用。

## 基金项目

国家社会科学基金项目“供给侧结构性改革视角下中国经济发展新动能测度与培育研究”(编号: 19BTJ039); 课题来源: 江苏省研究生科研与实践创新计划项; 课题名称: “双碳”目标下数字经济驱动中国对外贸易绿色低碳转型研究; 编号: SJCX23\_2115。

## 参考文献

- [1] Tapscott, D. (1996) *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Net Worked Intelligence*. Mc Graw Hill.
- [2] Cohen, S.S., Zysman, J. and DeLong, B.J. (2000) Tools for Thought: What Is New and Important about the “E-Conomy”? <https://escholarship.org/uc/item/0c97w1gn>
- [3] Carlsson, B. (2004) The Digital Economy: What Is New and What Is Not? *Structural Change and Economic Dynamics*, 15, 245-264. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2004.02.001>
- [4] 李长江. 关于数字经济内涵的初步探讨[J]. 电子政务, 2017(9): 83-92.
- [5] 魏中龙. 数字经济的内涵与特征研究[J]. 北京经济管理职业学院学报, 2021, 36(2): 3-10.
- [6] 欧阳日辉. 数字经济的理论演进、内涵特征和发展规律[J]. 广东社会科学, 2023(1): 25-35, 286.
- [7] 王维国, 王永玲, 范丹. 数字经济促进碳减排的效应及机制[J]. 中国环境科学, 2023, 43(8): 4437-4448.
- [8] 钟群英, 曹坪. 数字经济发展对区域碳排放的影响及其作用机制研究——基于我国 30 个省份的面板数据[J]. 江

- 西社会科学, 2023, 43(5): 185-195.
- [9] 迟明园, 石雅楠. 数字经济促进产业结构优化升级的影响机制及对策[J]. 经济纵横, 2022(4): 122-128.
- [10] 郑义, 戴永务, 刘燕娜. 低碳贸易竞争力指数的构建及中国实证[J]. 国际贸易问题, 2015(1): 145-155.
- [11] 胡剑波, 任香, 高鹏. 中国省际贸易、国际贸易与低碳贸易竞争力的测度研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(9): 42-60.
- [12] 郭风, 孙仁金, 孟思琦. 数字经济影响低碳贸易竞争力的中介效应研究[J]. 技术经济与管理研究, 2022(7): 3-8.
- [13] Srivastav, S., Fankhauser, S. and Kazaglis, A. (2018) Low-Carbon Competitiveness in Asia. *Economies*, 6, Article 5. <https://doi.org/10.3390/economies6010005>
- [14] 佟家栋, 冯祥玉. 中国产业部门的低碳贸易竞争力指数测度与评估[J]. 经济学家, 2022(3): 43-53.
- [15] 邸甜甜. 数字经济发展对我国低碳贸易竞争力的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东财经大学, 2023.
- [16] 姚战琪. 数字经济对中国对外贸易竞争力的多重影响[J]. 财经问题研究, 2022(1): 110-119.
- [17] 许恒, 张一林, 曹雨佳. 数字经济、技术溢出与动态竞合政策[J]. 管理世界, 2020, 36(11): 63-84.
- [18] 包振山, 韩剑, 翁梅, 等. 数字经济如何促进对外贸易高质量发展[J]. 国际经贸探索, 2023, 39(2): 4-20.
- [19] 韩晶, 姜如玥, 孙雅雯. 数字服务贸易与碳排放——基于 50 个国家的实证研究[J]. 国际商务(对外经济贸易大学学报), 2021(6): 34-49.
- [20] 赵平. 数字经济、技术市场发展与高技术企业创新[J]. 现代管理科学, 2023(2): 152-162.
- [21] 张林, 陆道芬, 韦庄禹. 中国技术市场发展促进了企业创新吗?——基于 A 股上市公司数据的实证研究[J]. 企业经济, 2023, 42(9): 82-92.
- [22] 刘迪. 技术市场发展推动了中国产业结构转型升级吗? [J]. 河北经贸大学学报, 2020, 41(2): 73-81.