

数字经济发展对中国低碳贸易 竞争力的影响研究

邬彩霞, 邱甜甜

(山东财经大学 国际经贸学院, 山东 济南 250014)

摘要:充分发挥数据要素潜力,提升出口产业部门低碳竞争力,激发数字经济赋能对外开放的动力活力,是全球数字化、绿色化发展背景下实现中国对外贸易高质量发展的现实要求。通过测算数字经济发展指数和低碳贸易竞争力指数,构建低碳贸易竞争力指数模型,基于2012—2022年中国30个省份的面板数据,实证检验数字经济发展与绿色技术创新对中国低碳贸易竞争力的直接和间接影响机制。研究认为,中国碳生产率和低碳贸易竞争力指数总体呈现稳中有升的态势,但与主要进口国相比仍有不小差距;从区域发展程度看,东部地区数字经济发展对提升低碳贸易竞争力的促进作用明显高于中西部地区。研究表明,加大数字经济发展力度,推动资源能源利用效率提升,加快推进绿色低碳转型升级,实施区域差异化战略,加大宏观政策调整力度,是提升中国低碳贸易整体竞争力水平的有效途径。

关键词:数字经济;数据要素;低碳贸易竞争力;绿色技术创新;碳生产率

中图分类号:F752;F49;X321 文献标志码:A 文章编号:1671-6248(2025)05-0061-13

Research on the impact of digital economy development on China's low-carbon trade competitiveness

WU Caixia, DI Tiantian

(School of International Trade and Economics, Shandong University of
Finance and Economics, Jinan 250014, Shandong, China)

Abstract: Fully leveraging the potential of data factors, enhancing the low-carbon competitiveness of export sectors, and stimulating the dynamism of the digital economy in empowering opening-up are practical requirements for achieving high-quality development of China's foreign trade amid global digital and green transitions. By measuring the digital economy development index and the low-carbon trade competitiveness index, and constructing a low-carbon trade competitiveness index model, this study empirically examines the direct and indirect impact mechanisms of digital economy development and green technology innovation on China's low-carbon trade competitiveness, based on panel data from 30 Chinese provinces from 2012 to 2022. The findings indicate that China's carbon productivity and low-carbon trade competitiveness index generally show a steady upward trend, but there remains a significant gap compared to major importing countries. From a regional development perspective, the promoting effect of digital economy development on enhancing low-carbon trade competitiveness is significantly higher in the eastern region than in the central and western regions. The study demonstrates that intensifying efforts in digital economy development, improving resource and energy utilization efficiency, accelerating green and low-carbon transformation and upgrading, implementing regionally differentiated strategies, and strengthening macro-policy adjustments are effective pathways to enhance China's overall low-carbon trade competitiveness.

Key words: digital economy; data factor; low-carbon trade competitiveness; green technology innovation; carbon productivity

党的二十届三中全会提出,要健全促进实体经济和数字经济深度融合制度,积极应对贸易数字化,绿色化趋势。面对全球温室气体排放引发的一系列环境危机与国际贸易

摩擦,世界各国越来越关注低碳贸易的发展,国际贸易低碳化的发展路径日益受到广泛认可,成为各国推动经济发展和环境保护协同共赢的有益模式。同时,以数据为关键要素

的数字经济,正在成为推动中国经济高质量发展的“新引擎”^[1]。中国信通院数据显示,2023年中国数字经济规模达到53.9万亿元,占国内生产总值比重超40%,数字经济全要素生产率进一步提升,数据要素价值不断凸显^①。作为全球制造业中心,中国在碳排放问题上承受着国内国际双重压力,以能源密集型加工制造业为主的出口结构导致中国面临日益紧张的能源和环境约束,外贸行业绿色高质量转型迫在眉睫。而数字经济与实体经济的融合发展,数据要素与能源等传统生产要素结合,实现要素数据化,提高能源等传统生产要素的使用效率,为外贸部门有效提升能源使用效率和碳排放效率,提供了跨时空信息传播的机遇,为出口产业实现低碳转型带来机会。因此,研究绿色技术创新等数据要素对提升低碳贸易竞争力的影响,探索数字经济促进可持续发展的现实路径,是深化新发展理念、构建新发展格局的基本要求。本文运用实证分析法、主成分分析法、固定效应与中介效应模型实证分析法,从理论和实证两个角度就数字经济发展对中国低碳贸易竞争力的影响机制进行分析和验证,进而明确中国各省份低碳贸易竞争力在评价体系中的地位,揭示数字经济通过绿色技术创新影响低碳贸易竞争力的程度,提出提升中国低碳贸易竞争力的对策建议,为持续推进中国高水平对外开放提供借鉴。

一、文献综述

数字经济作为重组全球要素资源的关键

力量,其产生的经济、社会影响已成为学术界热议的话题。周文等指出,数字经济时代,数字劳动和数据要素是创造数字财富的重要源泉^[1]。余伟等研究发现,数字经济具有正向效应,通过对企业的绿色技术创新,发挥积极有效的作用^[2]。张兴亮等指出数字经济的发展能使企业获得更多的绿色发展市场资源,最终提升企业绿色发展水平^[3]。郭海红从农业发展角度指明数字乡村建设与农业绿色发展深度融合是推动农业高质量发展的新动力引擎^[4]。而承载数字经济发展的数据要素重要性的研究也逐日增加。戴魁早等运用建设数据交易平台的方式验证了数据要素对制造业全要素生产率提高的作用^[5]。周冬华等则认为数字要素可有效缓解企业融资约束,从而提高制造业企业全要素生产率^[6]。从现有文献看,多数文献发现数字经济对促进经济增长、技术创新、产业结构升级和高质量发展等方面都产生了积极影响。

除了有助于企业提高全要素率以及推动转型升级以外,数字经济还可以对生产过程中的碳排放产生影响。郭丰等研究发现,数字经济发展通过提升城市绿色科技创新水平,进而有效减少城市碳排放^[7]。郭风等提出,数字经济能够提升碳生产率和低碳贸易竞争力,其中技术进步是数字经济对其产生影响的重要传导渠道^[8]。郭家堂等从新质生产力的视角,提出数据要素主要通过绿色生产力和数字生产力两条机制对资源型城市

① 参见《中国数字经济发展研究报告(2024年)》,中国信息通信研究院,2024年8月,全文网址:<https://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202408/P020240830315324580655.pdf>。

的碳排放产生显著的抑制作用^[9]。钟文等针对数字经济对物流业的影响指出,数字经济可以通过技术革新和要素配置效率改进两条路径显著降低物流业碳排放,同时,数字经济对物流业碳排放的影响存在正向空间溢出效应^[10]。冯兰刚等从政府层面并基于城市面板数据直接表明数字经济是实现“双碳”目标的重要驱动力^[11]。但也有专家学者对中国数字经济降低碳排放强度的观点持怀疑态度。渠慎宁等认为中国数字经济碳排放强度相对偏高,尚未展现出绿色低碳的发展特质^[12]。喻春娇等从工业层面证明工业企业数字化转型的碳减排效应存在资本密集度高、杠杆率高的固有弊端^[13]。当前已有研究表明,数字经济通过不同的路径能够影响生产碳排放、城市碳排放及物流碳排放等诸多方面,而对于数字经济发展与碳排放之间的内在联系,目前并未形成统一观点。

在数字经济与中国的绿色对外贸易发展交融并行的时代下,数字经济对低碳贸易竞争力的影响所引起的关注日益增多。佟家栋等研究发现,在数字经济时代,中国产业部门的低碳贸易竞争力与其出口占比呈现较好的一致性^[14]。郭风等利用省级面板数据发现数字经济和绿色技术进步能显著促进中国低碳贸易竞争力的提升^[8]。夏杰长等则从价值链的角度表明数字化趋势能深刻赋能国际贸易领域的低碳高质量发展^[15]。不过很多学者对于数字经济对绿色贸易的影响持否定态度。阳镇等指出数字经济时代全球价值链存在分工环节失衡的风险,不利于全球贸易竞争力的提升^[16]。结合中国对外贸易发展的具体情况,在传统粗放式发展模式下,中国

节碳潜力较大;另外,数字经济和绿色技术创新正在成为当前产业低碳转型的重要推动力,数字经济跨时空信息传播的特征,能够有效提升外贸部门能源使用效率和碳排放效率。

综上,既有文献对数字经济与低碳贸易竞争力问题开展了不同角度的研究,但鲜有文献将数字经济与低碳贸易竞争力纳入同一框架进行分析。本文从数字经济视角研究提升中国低碳贸易竞争力的机制与路径,以进一步丰富对外贸易竞争力的研究视野,为低碳发展背景下正确评价中国出口贸易竞争力提供新的思路。

二、方法说明与数据处理

(一) 数字经济发展指数

现有研究从不同的角度、选取不同指标对数字经济发展水平进行计算与衡量。本文通过式(1)构建涵盖互联网发展、数字金融普惠等领域5个量化指标的数字经济发展指数测度指标体系(表1),借鉴刘军等、赵涛等的测度方法,选取互联网发展和数字普惠金融两大主要方面的5个测度指标分析计算数字经济发展指数^[17-18]。根据5个测度指标,对其原始数据进行处理后,采用主成分分析法进行计算,以此得出各省份近年的数字经济发展指数,对各省份数字经济水平进行全面度量。同时,为了保证研究数据一致性,借鉴韩先锋等的做法^[19],对省际数字经济发展指数进行标准化处理,得到各省份数字经济发展指数(DIG),以确保研究数据的一致性。

表1 数字经济综合发展水平评价指标体系

一级指标	二级指标	测度指标	指标属性
互联网发展	互联网普及率	每百人上网宽带接入	正向
	互联网相关行业从业人数	计算机服务和软件业从业人员占城镇单位从业人员比重	正向
	互联网相关产业产出	人均电信业务总量	正向
	移动互联网用户数	每百人移动电话用户数	正向
数字普惠金融	数字普惠金融发展	中国数字普惠金融指数	正向

1. 公式构建

数字经济发展指数测算公式

$$DIG_i = \frac{T_i}{\max(T_i) - \min(T_i)} \times 0.4 + 0.6 \quad (1)$$

式中: DIG_i 为 i 省份数字经济发展指数, T_i 、 $\max(T_i)$ 和 $\min(T_i)$ 分别为 i 省份数字经济发展指数综合得分以及综合得分的最大值和最小值。

2. 数据说明

本文选取 2012—2022 年中国 30 个省份的面板数据,测算出各省份的数字经济发展指数。

(二) 低碳贸易竞争力指数

1. 公式构建

使用贸易竞争力指数模型测算低碳贸易竞争力指数^①,公式如下

$$LCTC = \frac{\frac{EX}{C_{ex}} - \frac{IM}{C_{im}}}{\frac{EX}{C_{ex}} + \frac{IM}{C_{im}}} = \frac{CP_{ex} - CP_{im}}{CP_{ex} + CP_{im}} = 1 - \frac{2CP_{im}}{CP_{ex} + CP_{im}} \quad (2)$$

式中: EX 表示一省的出口总额, IM 表示一省的进口总额, C_{ex} 和 C_{im} 分别表示出口隐含碳和进口隐含碳排放。

$$C_i = \sum_{k=1}^n C_{ik} = \sum_{k=1}^n (\theta_{ik} \times \varphi_k) \quad (i, k = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

式中: C_i 表示来自能源投入产生的二氧化碳排放量, $\sum_{k=1}^n C_{ik}$ 表示来自第 k 种能源投入产生的二氧化碳排放量, θ_{ik} 表示具体区域 k 种能源消耗产生的二氧化碳排放量, φ_k 表示第 k 种能源消耗的二氧化碳排放系数^②。

$$\varphi_k = NVC_k \times CEF_k \times COF_k \times \frac{44}{12} \quad (k = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (4)$$

式中: NVC 表示平均低位发热量(净发热值), CEF 表示碳排放系数, COF_k 表示碳化因子,44/12 为二氧化碳相对碳的分子质量^③,计算结果如表 2 所示。

2. 数据说明

本文采用 2012—2022 年各省份能耗数据及进出口数据,测度省际低碳贸易竞争力水平,相关数据来源于历年《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《IPCC 国家温室气体清单指南(2006)》《BP 世界能源统计年鉴 2023》等^④。

① 式(2)参考了文献[20]郑义等学者的方法。

② 借鉴《IPCC 国家温室气体清单指南(2006)》提供的办法,各省份二氧化碳排放量取自各区域化石能源消耗间接估算结果。

③ 借鉴国家温室气体排放清单指南中提供的参考方法。

④ 本文采用 2012—2022 年各省份的能源消耗数据和进出口数据,测度省际低碳贸易竞争力水平,相关数据来自历年《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》,其中能源消耗、碳排放系数计算有关数据参考借鉴《IPCC 国家温室气体清单指南(2006)》,各省份进出口贸易数据来源于国家统计局数据库。主要进口国生产总值数据来源于国家统计局,各国碳排放数据参考《BP 世界能源统计年鉴 2023》。

表 2 各类能源二氧化碳排放系数

能源种类	原煤	焦炭	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油	天然气
二氧化碳排放系数	2.007	3.014	3.067	3.016	3.080	3.159	3.235	21.840

注:数据由 IPCC(2006)方法计算而得。

(三) 数字经济对低碳贸易竞争力的影响

1. 模型构建

为有效判断中国低碳贸易竞争力受数字经济发展的影响程度,构建基础计量模型

$$LCTC_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DIG_{i,t} + \alpha_c Z_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

式中: i 和 t 分别代表样本省份及时间, $LCTC_{i,t}$ 表示 i 省在 t 时期的低碳贸易竞争力, $DIG_{i,t}$ 表示 i 省在 t 时期的数字经济发展; $Z_{i,t}$ 表示包括地区生产总值($\ln GDP$)、外商直接投资($\ln FDI$)、能源消费强度(EEF)和产业结构(IS)等一系列控制变量; α_0 、 α_1 、 α_c 为回归系数; μ_i 表示省份 i 不随时间变化的个体固定效应, δ_t 表示时间固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为模型中的随机误差项。

为进一步检验数字经济发展通过绿色技术创新对低碳贸易竞争力提升的间接影响,分别构建 DIG 与中介变量绿色技术创新 GTE 的线性回归方程,以及 DIG 和中介变量 GTE 与被解释变量低碳贸易竞争力 $LCTC$ 之间的回归方程,通过测度 β_1 、 γ_1 和 γ_2 等回归系数的显著性来判断 GTE 是否具有中介作用,模型设定如下

$$GTE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 DIG_{i,t} + \beta_c Z_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

$$LCTC_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 DIG_{i,t} + \gamma_2 GTE_{i,t} + \gamma_c Z_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

2. 变量构建与选取

(1) 被解释变量:低碳贸易竞争力($LCTC$)。选取 2012—2022 年 30 个省份的低

碳贸易竞争力指数($LCTC$)作为被解释变量。

(2) 核心解释变量:数字经济发展指数(DIG)。选取 2012—2022 年 30 个省份的数字经济发展指数作为解释变量,结果根据前文进行测算。

(3) 控制变量:外商直接投资($\ln FDI$)用各省份实际利用外商直接投资金额的对数来表示;研发投入水平($R\&D$)用 $R\&D$ 经费占 GDP 的比重来衡量;能源消费强度(EEF)用单位增加值能耗,也就是总能耗(万吨标煤)与 GDP 的比值来衡量;产业结构(IS)用第二产业与第三产业产值之比来衡量。

(4) 中介变量:绿色技术创新(GTE)用绿色发明专利授权数和绿色实用新型专利授权数量之和与人口总数之比来衡量。绿色技术创新对低碳产业发展产生直接影响,绿色专利成果会随着数字经济与产业的融合发展流向生产交易的各个环节,推动低碳贸易竞争力的提高。

3. 数据说明

数字经济发展指数和低碳贸易竞争力指数由前文整理计算而得^①。在样本区间,各种数据样本的数量、样本个体都没有发生改变,样本数据没有缺失,因此可以考虑该面板数据是平衡面板数据,描述统计 30 个省份的原始数据,如表 3 所示。

^① 外商直接投资、研发投入水平和产业结构数据来源于各省份《统计年鉴》,能源消费强度数据由《中国能源统计年鉴》整理计算所得,绿色发明专利授权数和绿色实用新型专利授权数量来源于 CNRDS 数据库和 WIPO 绿色清单。

表3 具体变量的描述性统计

变量	变量名称及代码	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
被解释变量	低碳贸易竞争力(LCTC)	330	-0.533	0.238	-1.090	0.167
核心解释变量	数字经济发展(DIG)	330	0.298	0.197	0.037	0.996
控制变量	外商直接投资(ln FDI)	330	12.680	1.792	5.768	15.090
	研发投入水平(RDD)	330	0.012	0.006	0.002	0.028
	能源消费强度(EEF)	330	0.930	0.877	0.121	5.090
	产业结构(IS)	330	1.384	0.751	0.611	5.283
中介变量	绿色技术创新(GTE)	330	0.835	0.951	0.023	7.208

三、实证结果与分析

(一) 数字经济发展指数实证结果分析

采用主要成分分析法对各省份数字经济综合发展水平进行测算,并通过上述计算过程,得到中国历年各省份数字经济发展指数的最终结果,如表4所示。

从计算结果整体来看,近10年来中国各省份数字经济发展指数DIG呈递增态势,区域之间呈现差异化特点。2012—2022年中国数字经济发展指数年均增速达到21.25%。从具体省份来看,各省份年均增速均高于10%,数字经济发展水平提升趋势明显。2022年北京、上海和广东排名前三,安徽、湖南和重庆等地增长率名列前茅,但与东部地区相比,省际之间数字经济发展指数差异依然明显。

从区域发展情况来看,全国各省份数字经济水平存在一定的地区差异性,表现出明显的东、中、西地域差别。东部地区数字经济发展指数水平相对较高,在全国处于领先地位,中部地区位列第二,西部

地区发展后劲更足。从数字经济发展水平的绝对值来看,东部地区起步较早,是当前中国数字经济发展水平最高、发展优势最突出的区域。究其原因,东部地区总体经济发展水平较高,当地对数字化的需求较大,促使更多通讯技术和信息服务投入到技术密集型和资本密集型产业中,使其发展高新技术产业的成本得到有效降低,从而在经济发达地区产生更大的经济效应,数字经济在更高维度赋能产业结构的升级换代;中西部地区数字经济发展基础薄弱,随着数字要素的不断渗透,数字经济在经济社会领域全面发展,呈现出较快的增长态势,中西部地区数字经济总体发展空间还很大。

从时间变化趋势来看,由表4和图1可以看出,中国数字经济在2012—2015年发展较为缓慢,得益于宏观经济政策的指引;2016年中国数字经济发展水平快速提升,2016—2022年中国平均数字发展水平迅速,数字经济发展指数由0.164提升至0.567,各省份数字经济发展水平均实现了显著跃升。

此外,各区域内部数字经济发展指数也呈现不同发展水平。

表 4 中国各地区数字经济发展水平

地区	2012 年	2014 年	2016 年	2018 年	2020 年	2022 年	平均值	排名
北京	0.364	0.446	0.453	0.687	0.962	0.997	0.651	1
上海	0.182	0.279	0.298	0.488	0.723	0.878	0.470	2
浙江	0.149	0.196	0.242	0.433	0.650	0.674	0.392	3
广东	0.145	0.201	0.214	0.413	0.593	0.681	0.373	4
江苏	0.112	0.165	0.207	0.387	0.565	0.642	0.347	5
天津	0.107	0.135	0.168	0.362	0.575	0.668	0.328	6
福建	0.121	0.168	0.190	0.351	0.501	0.575	0.319	7
陕西	0.101	0.146	0.176	0.357	0.532	0.581	0.312	8
青海	0.079	0.113	0.135	0.361	0.570	0.609	0.308	9
宁夏	0.068	0.116	0.140	0.353	0.560	0.614	0.304	10
内蒙古	0.105	0.137	0.149	0.321	0.495	0.581	0.298	11
海南	0.081	0.132	0.160	0.353	0.538	0.520	0.295	12
辽宁	0.115	0.160	0.184	0.307	0.448	0.514	0.285	13
重庆	0.070	0.117	0.148	0.317	0.491	0.587	0.283	14
山西	0.081	0.120	0.140	0.267	0.440	0.564	0.269	15
云南	0.047	0.094	0.117	0.281	0.507	0.584	0.267	16
四川	0.056	0.120	0.167	0.311	0.482	0.491	0.267	17
贵州	0.037	0.080	0.104	0.288	0.534	0.586	0.265	18
新疆	0.077	0.108	0.123	0.236	0.519	0.538	0.264	19
吉林	0.094	0.141	0.156	0.295	0.430	0.471	0.263	20
安徽	0.045	0.090	0.124	0.261	0.429	0.624	0.257	21
甘肃	0.040	0.084	0.112	0.290	0.479	0.520	0.253	22
山东	0.071	0.120	0.155	0.270	0.400	0.519	0.253	23
河北	0.069	0.110	0.141	0.272	0.425	0.497	0.249	24
湖北	0.068	0.118	0.141	0.265	0.422	0.498	0.248	25
黑龙江	0.070	0.125	0.144	0.265	0.394	0.437	0.238	26
河南	0.037	0.084	0.115	0.258	0.422	0.509	0.233	27
湖南	0.055	0.091	0.113	0.244	0.419	0.486	0.227	28
广西	0.058	0.091	0.109	0.262	0.455	0.406	0.227	29
江西	0.044	0.089	0.114	0.251	0.395	0.468	0.226	30

注:数据来源于前文公式,自行整理计算所得。

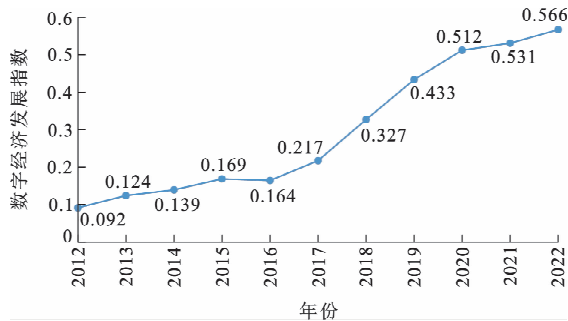


图 1 2012—2022 年中国数字经济发展指数

注:数据来源于前文公式,自行整理计算所得。

(二) 低碳贸易竞争力实证结果分析

1. 二氧化碳排放量与碳生产率

2012—2022 年中国二氧化碳排放总量和碳生产率由前述公式计算得出。综合来看,由于经济快速发展,对外贸易总额持续增长,这 10 年间中国碳排放总体呈稳步上升趋势,2022 年二氧化碳排放量达到 167.45 亿

吨,年均增速为2.36%。各省份平均碳生产率同样呈现平稳增长趋势,年均增长率达到7.51%。然而,中国的碳生产率仍处于较低水平,即单位二氧化碳排放所产生的经济价值较低。因此在中国对外贸易不断发展的进程中,伴随着出口产品隐含碳排放较多而进口产品隐含碳排放较少的现象。其原因在于采取了生产者责任原则划分各国的碳排放责任,即产品生产所排放的二氧化碳归由生产国来负担,进而无形中加重了中国在国际上的碳排放责任。

2. 低碳贸易竞争力

2012—2022年中国总体的低碳贸易竞争力指数虽然有所波动,但在整体上仍处于上升趋势。

如表5所示,从绝对量来看,2022年中国低碳贸易竞争力指数排名前三的省份为北京、广东和重庆,而低碳贸易竞争力指数排名最低的是辽宁、新疆和宁夏,在碳排放效率上仍处于劣势。

从变化量上来看,19个省份总体呈增长态势,其中增长量最大的为北京、重庆和四川;11个省份的低碳贸易竞争力有小幅下降,辽宁为减幅最大的省份。

总体来看,中国各省份的低碳贸易竞争力存在明显差异。尽管中国传统贸易竞争力和低碳贸易竞争力不断增强,中国低碳贸易竞争力在对外贸易中仍处于较低水平,已成为制约中国碳减排效率和能源利用效率的重要因素。

(三) 数字经济对低碳贸易竞争力影响实证结果分析

1. 基准回归

对式(5)进行 Hausman 检验,检验结果

显示 $\text{prob} > \chi^2$,因此拒绝原假设,选择固定效应模型。使用中国各省份2012—2022年共11年的面板数据,对式(5)进行个体固定效应和年份固定效应回归。

回归结果证实了数字经济发展能够促进低碳贸易竞争力提升的结论;数字经济发展对低碳贸易竞争力的提升作用在控制变量逐步加入的情况下得到了进一步验证。这为数字经济发展推动中国低碳贸易竞争力提升提供了可靠的理论依据。

实证研究发现,越是经济高速发展、资金流、技术流高度发达的地区,越能从企业的生产、管理中汲取丰富的成功经验,就越能从国外吸收优质的投资,为企业提供充足的资金保障;同时,随着企业研发水平的不断提升,通过技术进步和创新提升中国产业的发展质量和规模优势也在逐渐显现。

2. 稳健性检验

(1) 替换解释变量。将2012—2022年中国城市数字经济指数 DE 作为新的解释变量,对各省份数字经济发展水平重新进行衡量,结果依然显著为正。如表6列(1)所示,在核心解释变量发生变化后,模型结果显示系数在1%的水平下仍显著为正,其中数字经济发展水平指数每上升1%,出口竞争力上升0.3%,进一步印证了一省低碳贸易竞争力提升过程中数字经济发挥的积极作用。

(2) 替换被解释变量。用碳生产率 CP 指标替代低碳贸易竞争力 $LCTC$ 作为被解释变量的结果表明,在与基准回归结果一致的1%的水平下,数字经济发展能够对替换被解释变量后的碳生产率产生显著的正向作用,

表 5 2012—2022 年中国各省份的低碳贸易竞争力指数

地区	2012 年	2014 年	2016 年	2018 年	2020 年	2022 年
北京	-0.374	-0.048	0.029	0.090	0.126	0.128
上海	-0.605	-0.356	-0.329	-0.280	-0.259	-0.270
浙江	-0.584	-0.355	-0.338	-0.289	-0.281	-0.279
广东	-0.528	-0.274	-0.266	-0.234	-0.217	-0.220
江苏	-0.628	-0.400	-0.407	-0.339	-0.340	-0.353
福建	-0.592	-0.385	-0.312	-0.300	-0.304	-0.315
天津	-0.651	-0.418	-0.384	-0.391	-0.545	-0.533
陕西	-0.800	-0.676	-0.685	-0.633	-0.668	-0.765
海南	-0.749	-0.572	-0.582	-0.545	-0.541	-0.610
辽宁	-0.800	-0.651	-0.740	-0.740	-0.788	-1.090
青海	-0.804	-0.660	-0.681	-0.644	-0.644	-0.821
宁夏	-0.919	-0.865	-0.866	-0.888	-0.911	-0.973
内蒙古	-0.873	-0.785	-0.804	-0.847	-0.881	-0.960
重庆	-0.645	-0.368	-0.277	-0.248	-0.202	-0.217
吉林	-0.754	-0.574	-0.531	-0.547	-0.652	-0.715
四川	-0.640	-0.436	-0.352	-0.253	-0.245	-0.262
山西	-0.900	-0.845	-0.874	-0.862	-0.877	-0.930
新疆	-0.875	-0.814	-0.838	-0.823	-0.834	-1.039
云南	-0.763	-0.540	-0.490	-0.495	-0.843	-0.900
山东	-0.756	-0.598	-0.637	-0.618	-0.669	-0.808
河北	-0.825	-0.700	-0.719	-0.704	-0.726	-0.902
湖北	-0.694	-0.427	-0.377	-0.340	-0.375	-0.380
贵州	-0.849	-0.702	-0.682	-0.604	-0.574	-0.570
黑龙江	-0.788	-0.645	-0.649	-0.648	-0.734	-0.842
甘肃	-0.831	-0.709	-0.707	-0.696	-0.702	-0.965
广西	-0.684	-0.471	-0.446	-0.461	-0.502	-0.522
安徽	-0.719	-0.562	-0.547	-0.513	-0.458	-0.482
湖南	-0.626	-0.358	-0.350	-0.317	-0.294	-0.314
河南	-0.728	-0.544	-0.507	-0.449	-0.382	-0.388
江西	-0.632	-0.432	-0.435	-0.406	-0.394	-0.407

注:数据来源于前文公式,自行计算整理所得。

结论依然成立。

(3)解释变量滞后一期回归。解释变量数字经济发展指数 *DIG* 滞后一期生成工具变量进行回归分析,进一步处理内生性问题。回归结果在对滞后一期的工具变量进行改变后有所下降,但在 5% 的水平上仍显著为正,通过了稳健性检验。

(4)控制变量缩尾。为有效抑制异常值

表 6 稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>LCTC</i>	<i>CP</i>	<i>LCTC</i>	<i>LCTC_w</i>
<i>DE</i>	0.327*** (0.102)			
<i>DIG</i>		1.036*** (0.287)		0.307*** (0.101)
<i>L. DIG</i>			0.345** (0.152)	
<i>Cons</i>	-3.776*** (0.700)	-5.128*** (0.903)	-3.555*** (0.387)	-3.226*** (0.394)
个体固定效应	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	210	330	300	330
<i>R</i> ²	0.963	0.943	0.967	0.966

注:括号内为标准误差;***、**和*分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。

的产生,对控制变量进行上下 1% 的双边缩尾处理。结果发现,*DIG* 的回归系数在 1% 水平下呈现出显著的正相关性,进一步验证了数字经济发展对中国低碳贸易竞争力具有显著推动作用这一论断。

3. 异质性检验

中国地域广阔,地区间经济发展水平参差不齐,不同地区之间存在数字鸿沟,因此数字经济对各地低碳贸易竞争力的影响可能存在差异。为了更好地探究这一问题,本文将样本分为东、中、西 3 个区域,从区域异质性的角度来探讨数字经济发展水平如何影响各区域的碳排放水平,进而对各区域的低碳贸易竞争力产生作用。

表 7 区域异质性的回归结果显示,东部地区 *DIG* 的估计系数呈现显著正相关性,中部地区的数字经济发展呈现正相关性但影响较弱,这说明数字经济发展提升了东、西部地区的低碳贸易竞争力,而西部地区数字经济发展没有表现出同样的积极影响,其估计

表7 区域异质性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	东部地区	中部地区	西部地区
<i>DIG</i>	0.462*** (0.100)	0.403* (0.204)	-0.139 (0.413)
<i>ln FDI</i>	0.036** (0.016)	0.022** (0.010)	-0.006 (0.014)
<i>RDD</i>	1.881 (3.498)	17.891*** (4.213)	35.218*** (9.159)
<i>EEF</i>	-0.126 (0.083)	-0.092*** (0.021)	-0.252** (0.081)
<i>IS</i>	0.078** (0.039)	0.107** (0.038)	0.262** (0.096)
<i>Cons</i>	-1.177*** (0.244)	-1.154*** (0.142)	-0.824** (0.242)
个体固定效应	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
<i>N</i>	132	99	99
<i>R</i> ²	0.960	0.965	0.914

注:括号内为标准误差;***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

系数也没有显著的正相关性。由此推断,发展数字经济对西部地区低碳贸易竞争力的冲击有限。

究其原因,由西部地区向东部地区延伸,数字经济发展水平逐步提升,借助大数据、互联网、区块链、人工智能等数字技术的先期基础,传统产业与数字产业得到了有效融合,进而促进数字产业的快速发展,数据要素潜力得到充分挖掘,进而释放出数字经济带来的碳减排等红利;同时,东部地区在研发投入上占据绝对领先地位,对东部地区产业结构优化升级、推动清洁能源可持续发展起到了关键性作用。相比之下,中西部地区数字经济发展仍处于探索阶段,数字基础设施建设相对落后,与其他行业融合程度不够深入,第二产业占比较大,这些因素都促使中西部地区的碳排放量没有得到有效控制。

4. 影响机制分析

根据前述机理分析,数字经济发展不仅直接影响中国低碳贸易竞争力的水平,而且可以通过绿色技术创新的提升间接提升低碳贸易竞争力,具体中介效应检验结果如表8所示。

表8 影响机制回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>LCTC</i>	<i>GTE</i>	<i>LCTC</i>
<i>DIG</i>	0.366*** (0.091)	3.032*** (0.329)	-0.073 (0.134)
<i>GTE</i>			0.057*** (0.016)
<i>ln FDI</i>	0.012* (0.006)	0.008 (0.023)	0.009 (0.006)
<i>RDD</i>	13.346*** (2.757)	3.014 (9.951)	13.175*** (2.704)
<i>EEF</i>	-0.112*** (0.023)	0.665*** (0.084)	-0.150*** (0.025)
<i>IS</i>	0.166*** (0.027)	-0.284** (0.098)	-0.059** (0.026)
<i>Cons</i>	-1.041*** (0.095)	0.169 (0.343)	-1.051*** (0.093)
个体固定效应	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
<i>N</i>	330	330	330
<i>R</i> ²	0.946	0.956	0.948

注:括号内为标准误差;***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

表8列(1)的基准回归结果显示了各省份发展数字经济对低碳贸易竞争力影响的总效应,列(2)中数字经济发展对中介变量的效应回归系数显著为正,进一步验证了数字经济发展能够显著促进绿色技术创新水平提升的结论。列(3)显示加入中介变量绿色技术创新后,绿色技术创新对低碳贸易竞争力指数的影响系数同样在1%的水平上显著为正,而数字经济发展指数对低碳贸易竞争力的回归系数不显著,表明数字经济发展通过绿色技术创新提升对各省份低碳贸易竞争力

的中间影响效应机制成立。数字经济通过绿色技术创新的正向中介效应,提升了低碳贸易竞争力,存在完全的中介效应。因此,数字经济的发展能够刺激绿色技术创新,推动低碳新兴技术和新兴业态的产生,并通过智能化平台流向各个产业,推动中国低碳贸易竞争力的提升。

四、研究结论与政策启示

数据要素正在成为推动经济高质量发展和提升出口竞争力的重要动力。基于此,本文利用一系列实证分析,得到以下结论:第一,近年来,中国低碳贸易竞争力稳步提升,但与主要进口国家差距较大,大多数省份的低碳贸易竞争力指数处于比较劣势地位。分区域来看,东、中、西部地区的低碳贸易竞争力指数依次排序,且中西部地区指数均低于中国低碳贸易竞争力总体情况,存在较大的地区差异性。第二,数字经济的发展不仅可以显著提升低碳贸易竞争力水平,还可以通过绿色技术创新这一传导路径,促进低碳贸易竞争力水平的提升。绿色技术创新要素对数字经济发展促进低碳贸易竞争力具有显著的中介效应。

基于此结论,本文提出如下建议:第一,积极培育数字要素和绿色技术创新发展的生态环境。通过制定支持数字经济发展的政策措施,充分发挥低碳技术创新等数据要素赋能低碳贸易竞争力提升的关键作用;持续关注数据要素的绿色价值,加速数字经济与低碳发展的深度融合,充分发挥数据要素在推动新质生产力变革中的关键作用。第二,加

快建设数据要素市场,构建以市场为导向的绿色技术创新体系。强化企业创新能力和市场参与度,激活数据要素潜能,推动绿色技术创新发展;加强企业绿色技术的转化应用,破除数字要素的技术壁垒,通过联合研发、共享技术、共建绿色产业链等方式,提高创新效率和成果转化率,为低碳贸易竞争力的提升打造坚实基础。第三,集聚区域数据要素创新资源,协调区域发展水平。2024年中央经济工作会议进一步将“增强区域发展活力”作为未来的重点任务之一。各区域要充分发挥其在数据要素资源领域的禀赋和优势,加强区域间合作交流;通过实施差异化的发展策略,推动数字经济和绿色技术的跨地区合作和创新;以北京、上海等城市辐射带动周边区域发展,加强数字技术渗透,实现数据要素深度对接,形成区域协同发展的良好局面,进而推进中国低碳贸易竞争力的水平提升。

五、结语

数字经济赋能低碳发展,低碳发展拓宽贸易渠道。在全球化、数字化、绿色化深度融合的背景下,明晰中国低碳贸易竞争力的发展水平,有利于保持中国在对外贸易出口中的地位,增强低碳化产业的出口能力,进而有效规避绿色贸易壁垒、化解贸易风险。本文通过构建低碳贸易竞争力模型,明晰各省份低碳贸易竞争力的发展水平和变化趋势,明晰以数据要素为载体的数字经济对中国低碳贸易竞争力的影响机制,进而提出提升中国低碳贸易竞争力、加速对外贸易高质量发展的对策建议。中国作为数字技术发展的全球

引领者,绿色低碳贸易将不断融合关键数据要素,为中国对外贸易高质量发展注入新的活力,为全球经济绿色可持续发展贡献中国智慧和力量。

参考文献:

[1] 周文,韩文龙. 数字财富的创造、分配与共同富裕[J]. 中国社会科学,2023(10):4-23,204.

[2] 余伟,何煦. 数字经济发展对企业绿色技术创新的影响研究——基于异质性环境规制工具的门槛效应分析[J]. 科技与管理,2023(1):13-23.

[3] 张兴亮,范思佳. 数字化转型赋能企业高质量发展的实证研究[J]. 长安大学学报(社会科学版),2023(6):48-59.

[4] 郭海红. 数字乡村建设、资源要素错配与农业绿色全要素生产率[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2024(1):102-116.

[5] 戴魁早,王思曼,黄姿. 数据交易平台建设如何影响企业全要素生产率[J]. 经济学动态,2023(12):58-75.

[6] 周冬华,万贻健. 企业数字化能提升企业全要素生产率吗? [J]. 统计研究,2023(12):106-118.

[7] 郭丰,杨上广,任毅. 数字经济、绿色技术创新与碳排放——来自中国城市层面的经验证据[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2022(3):45-60.

[8] 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.

[9] 郭家堂,骆品亮. 数据要素对县级资源型城市低碳化发展的影响及其机制——来自省级公共数据开放平台的证据[J]. 资源科学,

2024(10):1944-1958.

[10] 钟文,杨俊,郑明贵,等. 中国城市数字经济对物流业碳排放的影响效应及传导机制[J]. 中国环境科学,2024(1):427-437.

[11] 冯兰刚,阳文丽,王忠,等. 中国数字经济与城市碳排放强度:时空演化与作用机制[J]. 中国人口·资源与环境,2023(1):150-160.

[12] 渠慎宁,史丹,杨丹辉. 中国数字经济碳排放:总量测算与趋势展望[J]. 中国人口·资源与环境,2022(9):11-21.

[13] 喻春娇,唐威. 工业企业数字化转型能否促进碳减排——基于中国A股上市工业企业的证据[J]. 宏观经济研究,2023(7):97-110,127.

[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] 夏杰长,李鑫溟. 数字化赋能国际贸易高质量发展:作用机理、现实挑战和实施路径[J]. 国际贸易,2023(1):56-65.

[16] 阳镇,陈劲,李纪珍. 数字经济时代下的全球价值链:趋势、风险与应对[J]. 经济学家,2022(2):64-73.

[17] 刘军,杨渊鋈,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.

[18] 赵涛,张智,梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界,2020(10):65-76.

[19] 韩先锋,宋文飞,李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗 [J]. 中国工业经济,2019(7):119-36.

[20] 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):145-55.

(责任编辑:杨海挺)