

# 电子商务背景下我国物流业碳排放研究：文献综述与展望

王 艺<sup>1</sup>, 杨中华<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>武汉科技大学管理学院, 湖北 武汉

<sup>2</sup>武汉科技大学服务科学与工程研究中心, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年6月12日; 录用日期: 2025年6月25日; 发布日期: 2025年7月25日

## 摘 要

随着电子商务的快速发展, 为全面掌握国内物流业碳排放领域的实际状况与发展趋势, 本研究借助知识图谱工具, 对EI、核心期刊所刊载物流业碳排放相关文献展开了系统分析。通过对大量文献的梳理与总结, 将其划分为物流业碳排放测度研究、物流业碳排放效率研究、物流业碳排放影响因素研究、物流业碳排放网络空间结构研究、物流业碳排放问题的对策研究五个主要类别梳理总结。研究发现: 在电商背景下, 目前国内物流业碳排放的研究主要还是集中在效率和影响因素上, 对于物流业碳排放量时空演变特征的研究存在一定的局限性, 其中基于空间尺度的研究相对不足。

## 关键词

碳排放, 物流业, 文献综述, 研究展望

# Research on Carbon Emissions of China's Logistics Industry in the Context of E-Commerce: A Literature Review and Prospect

Yi Wang<sup>1</sup>, Zhonghua Yang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>School of Management, Wuhan University of Science & Technology, Wuhan Hubei

<sup>2</sup>Center for Service Science and Engineering, Wuhan University of Science & Technology, Wuhan Hubei

Received: Jun. 12<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jun. 25<sup>th</sup>, 2025; published: Jul. 25<sup>th</sup>, 2025

文章引用: 王艺, 杨中华. 电子商务背景下我国物流业碳排放研究: 文献综述与展望[J]. 电子商务评论, 2025, 14(7): 2219-2230. DOI: 10.12677/ecl.2025.1472425

## Abstract

With the rapid development of e-commerce, to comprehensively understand the actual situation and development trend in the field of carbon emissions in the domestic logistics industry, this study uses knowledge graph as a tool to conduct a systematic analysis of keywords related to the logistics industry in key journals on carbon emissions. Through sorting and summarizing, the research on carbon emissions in China's logistics industry is divided into five main categories: measurement on carbon emissions in the logistics industry, carbon emission efficiency in the logistics industry, influencing factors of carbon emissions in the logistics industry, the network spatial structure of carbon emissions in the logistics industry, and countermeasures for carbon emission problems in logistics. The study found that current research on carbon emissions in China's logistics industry primarily focuses on efficiency and influencing factors, while demonstrating certain limitations in exploring the spatiotemporal evolution characteristics of carbon emissions, with relatively insufficient investigation from spatial dimensions.

## Keywords

Carbon Emissions, Logistics Industry, Literature Review, Research Prospects

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

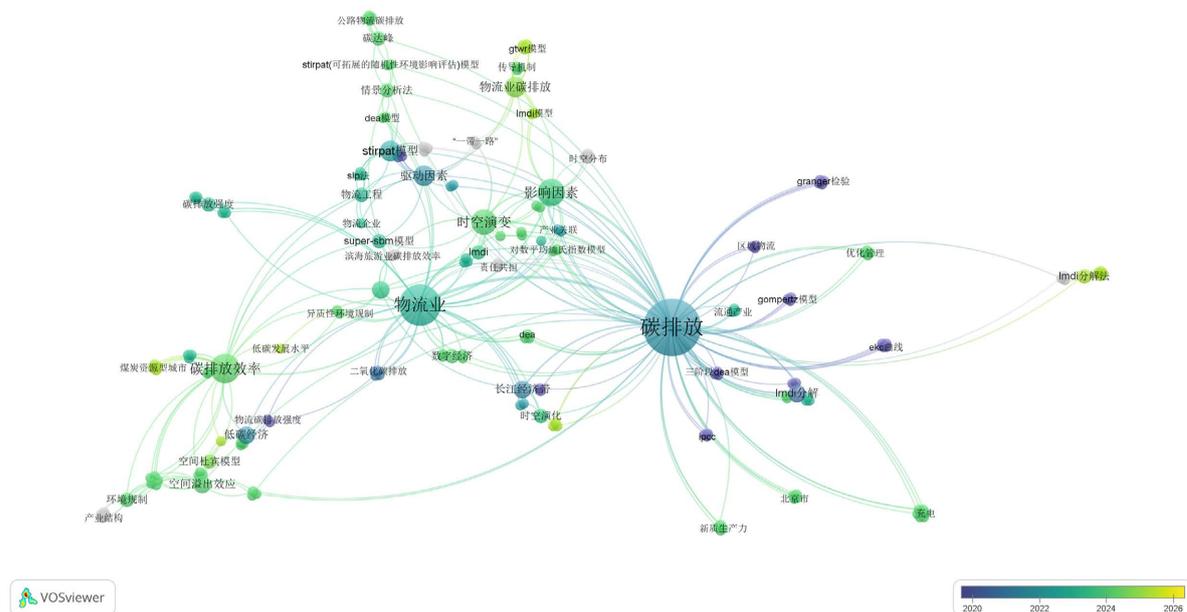
## 1. 引言

随着互联网技术的飞速发展, 电子商务在我国取得了爆发式增长, 深刻改变了人们的消费模式和商业运营方式。电商的繁荣带动了物流业的蓬勃兴起, 然而, 物流活动在支撑电商发展的同时, 其碳排放问题也日益凸显, 对环境造成了较大压力。物流业作为国民经济的基础支撑性产业, 在经济增长和物资流通保障方面发挥着战略引领作用。随着行业规模持续扩大, 物流活动的碳排放问题逐渐成为制约可持续发展的关键因素。运输、仓储、包装等环节存在显著能源消耗, 由此产生的温室气体排放对全球气候系统造成深远影响。在此背景下, 推动物流业的低碳转型已成为行业发展的必然趋势。在全球应对气候变化与“双碳”目标的双重驱动下, 物流业作为能源密集型产业, 其碳排放问题已成为全球可持续发展的重要议题。为应对挑战, 中国政策与技术创新双管齐下。国务院发布《有效降低全社会物流成本行动方案》, 明确提出支持碳排放核算与国际互认, 推动物流绿色化转型。当前, 中国物流业碳排放占全国总量的9%左右, 其中货物运输及配送环节占比高达85%, 是碳排放的核心来源。这一数据凸显了物流业在低碳转型中的关键地位, 同时也揭示了其绿色发展的紧迫性与复杂性。为了达到低碳目标, 控制碳排放的一个重要节点则是物流业。因此, 对国内现有关于物流业碳排放的研究成果进行梳理总结, 能够为今后相关研究提供思路。

## 2. 数据来源及关键词分析

本研究依托中国知网(CNKI)开展文献调研, 以“碳排放”为核心检索词, 结合“物流业”领域限定, 采用期刊论文作为文献类型进行数据采集, 时间段为2014~2025年。初始检索结果显示共有640篇相关文献, 进一步选取其中EI、CSSCI来源期刊及扩展版、中文核心期刊等, 再结合研究主题进行内容相关性分析, 最终选择63篇具有代表性的中文期刊文献作为研究依据。

本研究借助知识图谱可视化技术, 对 63 篇文献的关键词进行分析, 构建关键词共现网络模型(见图 1), 其中关键词出现的次数越多则节点的面积越大, 发表的时间越近则颜色越浅。统计了其中相对高频的关键词(频次  $\geq 2$ ), 研究发现“碳排放”、“物流业”、“碳排放效率”、“影响因素”等高频关键词共同构成了本研究的代表性术语(见表 1)。



**Figure 1.** Visualized keyword co-occurrence network  
**图 1.** 可视化关键词共现网络

**Table 1.** High-frequency keyword statistics  
**表 1.** 高频关键词统计

关键词	频次	关键词	频次	关键词	频次	关键词	频次
碳排放	31	物流业碳排放	4	长江经济带	3	时空演化	2
物流业	16	驱动因素	4	lmdi	2	物流工程	2
碳排放效率	8	lmdi 分解	3	lmdi 分解法	2	环境规制	2
影响因素	7	“双碳”目标	3	super-sbm 模型	2	碳排放强度	2
时空演变	6	低碳经济	3	情景分析法	2	碳达峰	2
stirpat 模型	4	空间溢出效应	3	数字经济	2	空间杜宾模型	2

### 3. 文献综述

#### 3.1. 物流业碳排放测度研究

随着电子商务的蓬勃发展和我国经济的持续增长, 物流产业的碳排放总量呈现出加速攀升的态势, 目前已成为我国第三大碳排放领域。这一现状对我国实现“双碳”目标构成了严峻挑战, 进而凸显出物流产业绿色转型的紧迫性与重要性。物流业作为一个新兴行业, 在各国的产业分类体系中涵盖尚不完全。其中, 仓储、邮政以及交通运输在物流产业中的占比超过 83%, 因此, 这三个领域常常被用于说明物流产业的发展情况。诸多学者如焦志伦、李雯雯[1]等, 汤中明、周玲[2]以及刘雨之[3]在选取研究数据时,

均采用综合仓储、邮政以及交通运输这一行业的统计数据展开分析。

目前,有关碳排放测度的方法有很多种,主要方法有实测法、质量平衡法和碳排放因子法(IPCC)这三种。其中实测法主要聚焦于微观层面,质量平衡法立足于中观层面,碳排放因子法较为宏观,是应用最为广泛的一种方法。有关三种方法的优缺点比较见表2。

**Table 2.** Measurement methods for carbon emissions in logistics industry  
**表 2.** 物流业碳排放测度方法

类别	原理	优点	缺点	适用尺度	适用对象
实测法	测量真实条件下的相关数据	① 中间环节少; ② 准确性相对较高; ③ 具有一定的灵活性。	数据获取相对困难,投入较大受到样品采集与处理流程中涉及的样品代表性、测定精度等因素的干扰。	微观	小区域、简单生产排放的碳排放源,或小区域、有能力获取一手监测数据的自然排放源。
质量平衡法	通过测量样品中有机和无机杂质、水分、挥发性溶剂等杂质总量来获得纯度。	明确区分各类设施设备和自然排放源之间的差异。	需要纳入考虑范围的排放的中间过程较多,容易出现系统误差,数据获取困难且不具权威性。	宏观 中观	社会经济发展迅速、排放设备更换频繁,自然排放源复杂的情况。
排放因子法	基于碳排放因子来计算碳排放量。	① 简单明确易于理解; ② 有成熟的核算公式和活动数据、排放因子数据库; ③ 有大量应用实例参考。	对排放系统自身发生变化时的处理能力较质量平衡法要差。	宏观 中观 微观	社会经济排放源变化较为稳定,自然排放源不是很复杂或忽略其内部复杂性的情况。

刘明达、蒙吉军[4]等在碳排放核算领域开展了系统性研究,通过文献分析与理论推导相结合的方法,系统梳理了 IPCC 国际标准与中国本土化碳排放清单的构建逻辑。研究重点聚焦于碳排放核算方法论体系,采用比较研究法对实测法、质量平衡法和排放因子法三种主流核算方法进行维度对比,明确其各自的优势、不足以及适用的对象范围,为后续研究选择科学合理的核算方法提供了方法论参考。

当前,现有关于物流业碳排放的测算方法主要是碳排放因子法(IPCC)。胡小飞,王秀慧[5]等基于《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》方法论框架,结合能源热值参数,选取物流业 8 种典型能源类型开展碳排放量测算研究。研究首先依据《2008 年中国能源统计年鉴》中各类能源低位发热量系数,构建单位质量燃料的碳排放因子计算模型。该研究采用的碳排放系数法核心优势在于 IPCC 报告已建立标准化的能源碳排放系数数据库,为跨区域、跨行业的碳排放核算提供了统一量度标准,这也是该方法在学术研究与政策制定中被广泛采纳的关键原因。

穆晓雅,徐天乐[6]等为从区域尺度研究净碳排放变化特征及碳中和能力,借鉴《IPCC 温室气体排放》《省级温室气体清单编制指南》给定的方法、碳密度法等方法,基于能源活动、工业过程和农业 3 方面,计算出湖北省 2000~2020 年的碳排放量、碳汇量及净碳排放量,并针对净碳排放量的变化趋势分析湖北省区域碳中和能力。

陈春[7]等通过碳排放因子法(IPCC)测算了中国长江经济带 2011~2021 年的物流业碳排放量,结论表明长江经济带物流业碳排放量增长最重要的原因是物流业规模的扩大。徐琴[8]以湖北省物流运输业为研究对象,利用 IPCC 方法对其碳排放现状及变化趋势进行测算,为湖北省物流业的低碳化发展提供参考。黄爱玲等[9]、时超等[10]、陈刚[11]均采用碳排放系数法(IPCC)来计算物流业的碳排放量。

### 3.2. 物流业碳排放效率研究

碳排放效率作为衡量经济活动中碳排放量与产出关系的关键指标, 在实现可持续发展以及应对气候变化方面发挥着至关重要的作用。就物流业而言, 其碳排放效率特指物流活动中单位产出对应的碳排放量, 该指标能够反映出物流企业乃至整个物流行业在提供物流服务时对环境产生的影响程度。当碳排放效率较低时, 意味着在同等物流产出的情况下, 会产生相对较多的碳排放; 反之, 较高的碳排放效率则表明在达成一定物流服务水平的前提下, 可以有效地管控碳排放量。碳排放效率评价指标体系主要分为两类: 单要素指标和全要素指标体系。

#### 3.2.1. 单要素指标体系

单要素指标是指用于衡量某一特定方面或要素的独立指标。它通常聚焦于一个特定的变量或特征, 以便对特定现象进行深入分析和评估。以单要素指标体系研究碳排放效率, 这种方法相对简单, 主要反映单一要素和碳排放之间的联系, 像碳排放效率、碳生产率等。杨平、吕雁琴等[12]基于我国 2011~2020 年 246 个地级市面板数据, 探讨政府数字化转型对城市碳排放效率的影响机制与路径, 结果表明政府数字化转型会显著提升城市碳排放效率。刘亚芬、韩志非等[13]选取了国内共计 282 个地级及以上城市开展研究, 此项研究针对这些城市在 2011~2021 年间的碳生产率予以测算, 并在实证分析时采用自然对数法处理碳生产率。董康银、杨森淼[14]认为低碳能源技术创新是应对气候变化的关键手段, 具有减排和提率的双重潜力, 因此利用 2006~2022 年我国 286 个城市的数据, 从空间溢出的视角探讨了中国低碳能源技术创新对碳排放效率的影响具有正向空间溢出效应。田云、周倩茹等[15]利用 2005~2021 年中国 30 个省份的面板数据实证考察了区域农产品贸易水平对农业碳排放效率的影响, 结果表明农产品贸易的发展促进了农业碳排放效率的提升。袁俊[16]从异质性技术创新视角出发, 采用 2011~2021 年省域面板数据实证剖析电子商务对碳排放效率的影响机制, 研究表明电子商务发展可有效提升碳排放效率。夏帅、于翔等[17]借助 2006~2022 年 269 个地级及以上城市层面的数据, 从理论和实证两个视角去探讨地方经济增长目标对工业碳排放效率的作用及原理。

#### 3.2.2. 全要素指标体系

全要素指标是一种综合考虑多种要素以全面评估特定对象或系统的指标体系。鉴于物流业是多元化复合型产业, 其生产活动涉及多种投入和产出, 全要素指标评价方法与单要素指标评价方法相比, 可以更加全面、准确地展现物流业的实际效率。全要素指标研究碳排放效率有静态效率和动态效率两种情况。

碳排放效率的静态分析常常借助数据包络分析(DEA)和随机前沿函数法(SFA)之类的方法, 对特定时期的效率水平予以评估。例如: 郑琰、贲宇姝等[18]选取能源消耗、资本存量及劳动力作为投入变量, 营业收入和碳排放量作为产出变量, 建立 Super-SBM (Super-efficiency Slack-based Measurement)模型分析碳排放效率。姚玥、贺壮等[19]采用我国 2013~2022 年 30 个省(自治区、直辖市)的面板数据, 随机前沿模型(SFA)测算我国区域碳排放效率并探究碳排放效率的空间效应。姚冠新、赵子琪等[20]针对中国部分地区农村物流二氧化碳排放无效率问题, 采用三阶段 DEA 方法, 对中国 31 个地区农村在 2004~2014 年间的物流碳排放绩效展开评价, 有效弥补了单阶段数据包络分析未考量环境变量因素影响的不足。张兰怡、徐艺诺等[21]将物流业能源投入、资本投入与劳动投入设定为投入考量指标, 把物流业产值和碳排放量当作产出衡量指标, 运用 DEA-BCC 模型对我国东部沿海的十个地区物流业的静态碳排放绩效、纯技术效率以及规模效率展开评定。谈晓勇、谢婕[22]为深入了解长江流域物流业的低碳发展状况及其时空差异特点, 运用含非期望产出的三阶段超效率 SBM 模型与 GML 指数模型, 针对 2007~2021 年长江流域物流业碳排放效率实施静动态剖析。

碳排放效率的动态分析主要采用 Malmquist 指数等手段, 来考察效率伴随时间推移所呈现出的变化趋势。张丽峰[23]采用超效率 SBM 和 Malmquist 指数模型从静态和动态角度测算了 2005~2022 年我国 40 个地级煤炭资源型城市碳排放效率及变化特征。赵林林、许浩源等[24]为探究技术变化对物流业效率的影响, 将共同前沿理念与全局 Malmquist 指数相融合, 进而构建出动态环境下涵盖碳排放因素的物流业效率评估模型。林秀群、李嘉新等[25]通过引入 Malmquist 指数构建了长江经济带物流业能源碳排放测度函数, 运用 2005~2019 年长江经济带 11 个省份物流业的能源消费的面板数据, 对长江经济带物流业能源碳排放绩效进行了动态分析。

### 3.3. 物流业碳排放影响因素研究

#### 3.3.1. 物流业碳排放的影响因素

物流行业碳排放受诸多因素作用, 而对于物流业碳排放影响因素的相关研究, 也是这方面研究的热点。综观前期学者的研究, 影响因素大致可分为行业的发展水平、能源结构和能源效率、人口经济及其他因素这 3 种。

首先, 物流行业的基础设施, 运输方式及效率以及管理方式都会对物流业的碳排放有影响。张昭俊、孙付娜[26]认为物流产业集聚水平会对物流业碳排放量有影响。聂凯、谢丹凤等[27]构建新能源汽车城市物流碳排放模型并进行分析, 结果表明随着新能源汽车技术的不断发展, 碳减排效果将愈加显著。表明新能源汽车在物流行业应用具有一定的碳减排效果。

其次, 物流业作为一个高能耗产业, 其能源消耗与碳排放密切相关。付昱铭、蒋惠园等[28]认为物流业是我国化石能源消耗及碳排放的重点行业之一, 准确识别物流业碳排放影响因素对我国的可持续发展及节能减排战略具有重大意义。任国强、赵翠明[29]基于 2004~2017 年中国物流业碳排放数据, 从碳排放能源来源的角度, 采用基尼系数收入来源分解法分析了中国物流业二氧化碳排放的地区差距及变动。发现物流业碳排放地区差距变动主要由石油的分配效应造成。汪莹、高佳钰等[30]发现我国铁路运营碳排放与能源消耗强度之间存在正向影响关系, 影响系数为 0.30。李燕、黄晶等[31]基于 2010~2022 年武汉市物流业能源消耗的数据, 发现武汉市物流业碳排放量持续增长。能源强度效应对物流业碳排放的抑制作用为显著。

最后, 人口规模对物流业碳排放有正向影响。人口的增长意味着消费需求的增加, 从而推动物流活动的增多, 增加了碳排放。王思楠[32]通过灰色关联分析法筛选后的影响因素中, 人口规模对物流业产生显著正向影响, 且影响程度较大。韩丽萍、李明达等[33]发现除了物流业因自身消耗化石能源影响碳排放外, 还会因使用其他产业的中间品而间接影响碳排放。从物流业自身层面分析其碳排放影响因素后, 增加产业关联维度研究与物流业碳排放关联度较大的具体产业, 这有助于从经济大循环视角为物流业的低碳发展提供理论支撑。

#### 3.3.2. 研究方法

在碳排放影响因素的研究领域, 学者们广泛运用分解分析法与回归分析法探究碳排放量与各类影响因素之间的内在关联。

##### 1) 分解方法

研究碳排放和影响因素之间关系最常用以及最重要的方法之一就是分解方法。其中包括结构分解法(SDA)以及 LMDI 分解法等。

结构分解法(SDA)是一种广泛应用于经济、工程等领域的分析方法, 可分析各因素对目标变量的贡献, 帮助研究者理解系统运行机制及变化原因, 通常基于特定模型或数据结构将目标变量分解为多因素组合。韩丽萍、李明达等[33]借助 SDA 结构分解法和碳排放产业关联分析方法, 发现直接碳排放系数效应对物

流业碳排放强度的降低起到主要促进作用。朱汶郡、彭欣怡等[34]基于 SDA 从碳排放强度、投入产出结构、最终需求结构以及最终需求规模 4 个方面进行结构分解分析, 结果发现仅投入产出结构对山东能源消费碳排放量产生抑制作用, 其余三个均产生促进作用。张晴[35]使用 SDA 对华北地区三省两市碳排放量的驱动因素进行研究, 结果发现消费和固定资产投资的变动是华北地区碳排放上升的主要因素。

LMDI 分解法即对数平均迪氏指数分解法(Logarithmic Mean Divisia Index), 是一种广泛应用于能源、环境等领域的因素分解方法。它可以将某个目标变量的变化分解为多个不同因素的贡献, 从而帮助研究者更好地理解目标变量变化的原因和机制。李创、咎东亮[36]运用 LMDI 分解法得出影响运输碳排放的因素主要有: 运输能源结构、能源消耗强度、碳排放强度、货运量等四个因素。杨颖、梁洁林等[37]在对四川省轨道交通产业集群供应链 2010~2020 年的碳排放数据进行分析时, 综合考量碳排放强度、能源结构、能源强度等因素, 采用 LMDI 分解法发现能源强度、经济产出以及人口因素主要产生正效应, 而能源结构与产业结构大多呈现负效应, 并且是最为关键的影响因素。孙伟、陈钰彬等[38]运用 LMDI 分解法分析了人口规模、经济发展、产业结构、能源强度、能源结构、碳排放系数这 6 个因素对 2010~2021 年我国 30 个地区碳排放的影响程度。徐国泉、封士伟[39]运用 LMDI 分解法, 对 2010~2020 年中国火电行业碳排放变动的时序影响因素和区域差异性进行分解研究。李燕、黄晶[31]等(2025)运用 LMDI 模型探究能源结构效应、能源强度效应、物流产出效应、经济发展水平效应、人口规模效应对武汉市物流业碳排放的影响。王智琦、李建国等[40]采用 LMDI 分解法对影响西部地区交通碳排放量变化的碳排放因子、单耗水平、运输强度、产业结构、经济规模和人口规模 6 个因素进行了探究。

## 2) 回归方法

回归分析法在碳排放及低碳经济研究中具有重要作用, 主要体现在两个方面: 一方面是借助环境库兹涅茨曲线(Environmental Kuznets Curve, EKC)对碳排放量进行分析, 以确定是否存在拐点; 另一方面是利用 STIRPAT 模型探究碳排放量与低碳经济的相关因素。蔡佳丽、张陶新[41]使用灰色预测模型和 EKC 曲线研究发现湖南省全行业、工业和建筑业的碳排放量和行业增加值之间呈现显著的“N 型”关系并存在理论拐点。周岸、吴开亚[42]利用 STIRPAT 模型和岭回归法对上海市交通碳排放驱动因素进行定量研究, 并根据环境库兹涅茨曲线(EKC)模型剖析了交通碳排放和经济发展之间的关系。刘琦、范鑫坤[43]将 STIRPAT 模型和 EKC 模型相结合探究我国省际物流业碳排放影响因素对碳排放的空间效应并明晰其传导机制, 结果表明, 我国物流业碳排放量呈现出“东高西低”的空间分布特征。张之潇、王玉罡[44]运用扩展 STIRPAT 模型, 探讨发现了人均 GDP 和城镇化率是贵州省交通运输业碳排放增长的主要推动因素。刘畅[45]利用 STIRPAT 模型对 2000~2021 年东北三省各省的碳排放影响因素进行分析, 结果发现能源消费总量、碳排放强度、人均 GDP 是各省的共同影响因素。王可睿、邵必林[46]构建扩展的 STIRPAT 模型以获取拟合方程, 采用通径分析法来核算各因素对陕西省物流业碳排放的直接与间接作用, 并对不同情境下的碳排放发展趋势进行预测。耿庆桥、贾元华[47]借助 STIRPAT 模型, 针对员工规模、产业结构、能源结构以及能源强度等要素展开回归分析, 以此来探究物流园区碳排放的影响机制。综上, 上述 4 种主要方法的原理、优缺点及适用条件见表 3。

### 3.4. 物流业碳排放网络空间结构研究

物流行业在电子商务和全球经济中都占据着重要地位, 但同时也带来了大量的碳排放。为了实现我国“双碳”目标, 物流业作为高能源消耗和高碳排放的行业, 减少该行业碳排放的问题不容忽视。而研究物流业碳排放的网络空间结构, 可以深入了解物流业碳排放的分布特点和流动规律, 为制定有效的减排策略提供依据。

**Table 3.** Comparison of the four methods  
**表 3.** 4 种方法的比较

类别	名称	原理	优点	缺点	适用条件
分解方法	结构分解法(SDA)	基于投入产出模型, 将经济系统视为一个相互关联的整体	① 全面反映经济结构变化对研究指标的影响; ② 政策导向性。	① 需要详细的投入产出表数据, 且数据更新频率较低, 获取和处理难度较大。 ② 模型假设性强: 基于投入产出模型的假设, 可能导致模型与实际情况存在偏差。	适用于分析宏观经济层面或具有明显投入产出关系的系统中, 各部门结构变化、最终需求变化等因素对总量指标的影响。
	LMDI分解法	对研究指标进行对数变换, 将其变化分解为若干影响因素的乘积或加和形式。	① 分解结果完整性; ② 数据适应性广; ③ 具有一定的灵活性。	通常用于分析两个时间点之间指标变化的影响因素, 对动态变化过程描述欠细致, 难以反映因素随时间的连续变化情况。	适用于分析能源、环境等领域中, 单一指标(如能源强度、碳排放强度等)变化的影响因素。
回归方法	环境库兹涅茨曲线(EKC)	揭示环境状况与经济发展水平之间的关系, 认为环境情况和经济状况两者间呈倒“U”形关系	① 直观地描绘了经济发展与环境质量之间的关系; ② 数据驱动启示。	① 曲线形状不确定性; ② 因果关系过于简化; ③ 缺乏普适性。	适用于分析宏观层面经济发展与环境质量的长期关系
	STIRPAT模型	用于分析环境压力与人口、富裕度和技术之间关系的随机回归模型	① 考虑非线性和随机性; ② 能够多因素综合分析。	① 变量选择具有主观性; ② 模型假设有局限性。	适用于分析多种因素共同作用下的环境压力变化

近年来, 许多学者都重视到从网络空间去进行有关碳排放方面的研究。邹艳芬、黄美娟等[48]从空间角度, 发现碳排放呈现出明显的高高和低低模式的正向集聚布局。狄乾斌、李春雪等[49]构建马尔科夫极限分布矩阵预测滨海旅游业碳排放效率时空演变趋势, 发现滨海旅游业碳排放效率将随着时间的推移逐步由低级状态向高级状态转移, 邻域类型不同滨海旅游业碳排放效率的演变趋势将发生显著变化。单孟文、李婷等[50]通过构建碳排放与夜间灯光值的拟合模型, 揭示青岛市不同用地类型的碳排放空间分布差异和变化趋势, 发现青岛市碳排放总量整体呈现“中间高, 四周低”的空间分布格局, 工业能耗是建设用地最主要的碳排放来源, 高碳排放区域主要集中在胶州湾区域。宝力格、刘祎绯[51]发现北京市2000~2020年碳排放空间上呈现中心高、四周低、由中心向周边扩散的分布格局, 其中2001~2005年和2010~2015年增幅分别为-13.8%和15.8%。刘战豫、张伞伞[52]采用标准差椭圆、空间自相关和热点分析研究碳排放的时空演变特征, 结果发现中国19个城市群能源消费碳排放总量呈波动上升趋势, 东部地区碳排放量占比最大且占比稳定, 西南地区碳排放量占比最小; 中国城市群碳排放存在明显的空间差异, 碳排放呈东北-西南空间分布趋势。

上述文献主要聚焦于总体碳排放的空间差异分析, 而从某一特定行业的特征出发去探讨碳排放空间差异性的研究相对较少。尽管已有部分学者对物流业的碳排放空间差异性予以关注, 但国内在这一领域的研究尚处于初步阶段。梁毅、徐超飞等[53]采用倾向值法、空间自相关法和广义迪氏指数分解法分析“一带一路”沿线区域物流业的时空演变, 研究发现在研究范围内, 物流业碳排放量整体呈上升趋势。物流业碳排放量具有显著的空间正相关, 并且“高-高”集聚区主要分布在其东南地区, “低-低”集

聚区主要分布在其西北地区。钟文、杨俊[54]通过作用机制检验发现,数字经济主要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空间溢出效应,且存在城市自身规模与资源禀赋的异质性。肖红、李鑫汝等[55]采用时空地理加权回归(GTWR)模型,深入探究成渝城市群内城市在不同时间下物流业集聚对物流业碳排放的时空异质性影响。研究发现,成渝城市群物流业碳排放呈现出明显的空间集聚特征,且这种态势较为稳定。同时,城市群内各城市物流业集聚对物流业碳排放的影响系数分布具有时空异质性,在2020年呈现出“南北高、东西低”的分布格局。陈艺骋、李祥龙等[56]借助理加权回归(GWR)模型,进一步深入探讨中国各省物流业碳排放的时空演变情况以及其背后的影响因素,结果发现交通碳排放量在空间上呈现出显著的聚类特点。张兰怡、徐艺诺等[21]基于时空地理加权回归模型(GTWR)探明中国省域物流业碳排放影响因素的时空异质性。结果表明,统计期内中国省域物流碳排放的空间相关性逐渐从不显著的空间关系转变为显著的空间正相关性,且表现出不同程度的空间集聚性。金凤花、富立友等[57]利用构建的区域物流碳排放集中度模型,从七大地区角度分析区域物流碳排放强度的演化过程,并基于碳排放地理联系率模型,从全国和七大地区角度分析了区域物流碳排放和区域经济碳排放的空间分布的一致性。

### 3.5. 物流业碳排问题的对策研究

通过对物流业碳排放的效率、影响因素和空间结构进行分析,学者们也提出了大量解决物流业碳排放问题的对策,这些政策分别从国家政府、物流行业和物流企业进行分析。

在低碳物流的发展进程中,政府发挥着至关重要的作用,其承担着政策制定者、监管者、推动者以及宣传者等多重角色。借助政策引导、监管执法、推动合作以及开展宣传教育等多样化方式,促使物流行业朝着低碳、环保且可持续的方向不断迈进。梁毅、徐超飞等[53]发现了物流业的投资碳强度和产出碳强度是抑制碳排放关键因素,因此政府应鼓励企业加大对低碳化程度投资以及通过技术创新和升级来优化产业及能源结构等措施来减少物流业碳排放。肖红、李鑫汝等[55]指出为了促进物流业的可持续性发展,应该制订和落实绿色物流业政策措施,使成渝城市群内各城市取长补短,能够改善成渝城市群物流业协同发展。刘琦,范鑫坤[43]指出政府应加大清洁能源的推广力度,优化各省物流业的能源结构。完善绿色物流运输体系布局,建立能源价格长效机制,转变物流企业的能源消费理念,促进省际物流业低碳转型的均衡发展。鄢飞、雷益[58]指出政府应当督促工、商、税、交通、海关等职能部门的协调与配合,因地制宜地制定合适的区域产业融合发展路径。通过提高纺织产业各个子行业和物流业在中国整体的融合水平和均衡性,进一步降低其碳排放强度。

物流行业在降低碳排放转型中发挥多维驱动作用。通过优化资源配置、改善环境质量、提升行业竞争力和促进人才培养等方面的努力,物流行业可以实现降低碳排放,为建设绿色、低碳的社会做出积极贡献。焦志伦、李雯雯[1]认为对于物流行业而言,为了实现物流业的可持续发展,需要采取一系列措施来控制包装问题,提升循环使用率,推进包装胶带的优化,并削减物流需求增长带来的增耗效应,以控制物流业碳排放的过快增长。王磊、何斌锋[59]认为物流行业在加大绿色技术创新投入过程中,各区域要努力提高技术创新效率。同时,需要积极搭建区域协作平台,促进绿色多区域物流科技产业协同发展、创新与节能减排。黄卓、杨佩月[60]指出物流业应加快流通产业结构升级,利用数字化技术,引导流通产业一体化建设,打造绿色低碳流通模式。另应加强交通基建,合理配置流通资源。

物流企业在碳排放控制中承担核心实施主体功能。物流企业可以通过多式联运技术集成、智能路径算法优化及新能源装备部署,实现运输环节碳排放强度显著降低。绿色仓储系统与循环包装技术的应用,有效减少仓储包装环节资源消耗。供应链协同机制驱动上下游企业减排,形成全链条低碳化转型效应。企业通过碳排放监测体系构建与技术人才培养,持续提升减排创新能力,最终推动行业标准制定与碳市

场建设, 主导可持续发展目标实现。俞泽、孙立成[61]认为物流企业为实现绿色转型升级, 需精准把控环境规制强度, 探寻最佳规制点。以此为抓手, 加速提升物流企业碳排放效率, 有力推动企业绿色转型进程, 为达成“双碳”目标筑牢坚实基础。莫思敏、赵小龙等[62]认为如果企业根据现实配送情况合理安排车队规模, 能够减少碳排放达到开源节流的目的。何源明、梁梓苏[63]针对上市物流企业碳减排提出上市物流企业应当实时观测碳排放量, 将其设置为财务指标的一部分, 同时将碳减排与能源体系、经营体系升级改造联系起来, 从而打造节能减排的长效机制。

#### 4. 结论与展望

电子商务背景下我国物流业碳排放问题复杂且重要。通过系统梳理既有文献发现, 当前物流业碳排放研究已形成较为丰硕的成果体系。学者围绕碳排放核算方法、效率评价体系、影响因素识别和空间格局演变等核心议题开展了系统研究, 提出了具有实践价值的减排路径, 为行业低碳转型提供了重要理论支撑。研究方法呈现多学科交叉特征, 涵盖投入产出分析、数据包络分析、空间计量模型等前沿工具, 研究视角逐渐从单一环节向全产业链延伸, 研究尺度从国家层面向区域、城市层面拓展。然而现有研究仍存在研究空白与改进空间, 需进一步深化研究:

第一, 目前对于物流业碳排放的测量主要基于能源消耗数据和碳排放系数法, 但这种方法可能存在一定的误差。不同地区、不同企业的物流活动具有多样性和复杂性, 能源消耗的统计可能不够准确, 碳排放系数的选择也可能存在偏差, 有待今后进一步探索。

第二, 既有研究成果表明, 物流业碳排放驱动机制的研究多聚焦于经济发展水平、能源结构、能源效率、产业结构演进和人口规模变化等传统影响因素。研究发现, 这些变量在解释碳排放变化时存在解释力局限, 因此, 未来研究需要构建多维度、多层次的影响因素分析框架, 加强微观企业行为与宏观经济变量的耦合研究, 以全面揭示物流业碳排放的动态演变规律。

第三, 我国疆域广袤, 区域间物流业发展阶段与碳排放特征存在显著异质性。现有研究虽已涉及区域异质性分析, 但多停留于现象描述层面, 对差异化形成机制的多维度解析不足。当前研究在区域差异形成机理、影响因素作用路径及差异化政策工具设计等方面存在理论空白, 亟需构建包含地理区位、经济基础、产业特征的多维度解释框架, 通过空间计量模型与面板数据分析相结合的方法, 系统揭示不同发展阶段下物流业碳排放的区域分异规律。

第四, 物流业碳排放空间网络特征研究目前存在显著研究短板, 突出表现为空间维度分析的系统性研究缺失。现有学术探索主要聚焦于时间序列动态分析, 通过构建碳排放强度指数、脱钩弹性系数等指标揭示其时序演变规律。然而, 基于空间计量模型的实证研究相对匮乏, 对碳排放的空间集聚效应、空间溢出效应以及区域间碳关联网络特征的研究尚未形成体系。

总之, 物流业碳排放问题是一个复杂的系统工程, 需要多学科的交叉融合和共同努力。未来的研究可以从深化碳排放测算方法、拓展碳排放效率研究、深入分析碳排放影响因素、加强碳排放空间网络研究和探索创新的碳排放对策等方面入手, 为推动物流业的可持续发展提供理论支持和实践指导。

#### 参考文献

- [1] 焦志伦, 李雯雯, 刘秉镰. 数字经济发展必然减少行业碳排放吗?——来自物流业的新证据[J]. 南开经济研究, 2024(6): 110-128.
- [2] 汤中明, 周玲. 物流业发展对低碳经济影响的实证研究[J]. 生态经济, 2016, 32(11): 84-87.
- [3] 刘雨之. 双碳背景下湖南物流业碳排放脱钩及影响因素研究[J]. 物流科技, 2024, 47(21): 109-112+130.
- [4] 刘明达, 蒙古军, 刘碧寒. 国内外碳排放核算方法研究进展[J]. 热带地理, 2014, 34(2): 248-258.
- [5] 胡小飞, 王秀慧, 吴爽. 长江经济带物流业碳排放测算及其驱动要素研究[J]. 生态经济, 2019, 35(7): 49-55.

- [6] 穆晓雅, 徐天乐, 葛小东, 等. 湖北省区域碳中和能力评价研究[J]. 华中农业大学学报, 2024, 43(3): 100-110.
- [7] 陈春, 刘十铨, 刘迦瑞. 长江经济带物流业碳排放测度与差异演进[J]. 物流科技, 2023, 46(24): 89-93.
- [8] 徐琴. 湖北省物流业碳排放测算研究[J]. 价值工程, 2021, 40(28): 64-66.
- [9] 黄爱玲, 马瑞晨, 王佳美, 等. “双碳”目标下中国省域绿色物流发展时空演变分析[J]. 科技导报, 2023, 41(22): 47-57.
- [10] 时超, 孙海燕, 魏统锋, 等. 碳达峰时点下渤海通道对区际城市群公路物流碳排放及减排潜力的影响[J]. 地理科学, 2024, 44(3): 391-399.
- [11] 陈刚, 贾晓朋, 付江月. 碳排放约束下中国八大经济区物流业效率的时空演化及影响因素[J]. 生态经济, 2025, 41(2): 54-60.
- [12] 杨平, 吕雁琴, 陈静, 等. 政府数字化转型对我国城市碳排放效率影响机制与路径研究[J]. 城市发展研究, 2024, 31(12): 109-116.
- [13] 刘亚芬, 韩志非, 郭雅琼. 高技术产业集聚与城市碳生产率——基于绿色创新视角[J]. 技术经济与管理研究, 2024(1): 37-42.
- [14] 董康银, 杨森森. 低碳能源技术创新对碳排放效率的影响研究——基于空间溢出效应视角[J]. 工业技术经济, 2024, 43(8): 26-36.
- [15] 田云, 周倩茹, 夏锐. 农产品贸易水平对农业碳排放效率的影响研究——基于省级面板数据的检验[J]. 四川农业大学学报, 2024, 42(5): 951-960.
- [16] 袁俊. 电子商务对地区碳排放效率的影响——基于异质性技术创新的中介效应分析[J]. 商业经济研究, 2023(24): 138-141.
- [17] 夏帅, 于翔, 王煜昊. 地方经济增长目标如何影响工业碳排放效率? [J]. 经济经纬, 2025, 42(2): 80-94.
- [18] 郑琰, 贲宇姝, 王康得, 等. 物流企业的碳排放效率评价及驱动因素分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2023, 23(2): 11-21.
- [19] 姚玥, 贺壮, 李守晋, 等. 低碳经济对区域碳排放效率的空间效应研究[J]. 当代经济, 2025, 42(3): 43-53.
- [20] 姚冠新, 赵子琪, 胡百灵. 中国农村物流二氧化碳排放绩效评价研究——基于三阶段 DEA 方法[J]. 物流工程与管理, 2016, 38(11): 48-50, 103.
- [21] 张兰怡, 徐艺诺, 王硕, 等. 物流业碳排放绩效及低碳策略[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2024, 40(2): 240-249.
- [22] 谈晓勇, 谢婕. 长江流域物流业碳排放效率及时空演化分析[J]. 国土资源科技管理, 2025, 42(1): 40-53.
- [23] 张丽峰. 煤炭资源型城市碳排放效率测度、时空特征与区域异质性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2025, 39(4): 33-44.
- [24] 赵林林, 许浩源, 庄玉良. 考虑技术异质性与碳排放的中国省域物流业效率评价[J]. 物流技术, 2024, 43(5): 1-12.
- [25] 林秀群, 李嘉新, 李阳, 等. 长江经济带物流业碳排放效率的测度及时空演化特征研究[J]. 生态经济, 2022, 38(12): 31-38.
- [26] 张昭俊, 孙付娜. 新质生产力背景下物流业集聚对碳排放的影响[J]. 物流技术, 2024, 43(8): 13-25.
- [27] 聂凯, 谢丹凤, 李巍. 新能源汽车城市物流碳排放模型的构建与分析[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2015, 42(9): 134-140.
- [28] 付昱铭, 蒋惠园, 唐勇平. 我国物流业碳排放脱钩状态及影响因素研究[J]. 铁道运输与经济, 2024, 46(11): 62-70.
- [29] 任国强, 赵翠明. 碳源视角下中国物流业碳排放地区差距及变动[J]. 环境科学与技术, 2021, 44(3): 191-199.
- [30] 汪莹, 高佳钰, 雷雨轩. 我国铁路运营碳排放影响因素研究[J]. 铁道学报, 2020, 42(4): 7-16.
- [31] 李燕, 黄晶, 王克强, 等. 武汉市物流业碳排放及影响因素研究[J]. 物流科技, 2025, 48(2): 37-41.
- [32] 王思楠. 中国物流业碳排放影响因素及达峰预测分析[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津理工大学, 2023.
- [33] 韩丽萍, 李明达, 刘炯. 中国物流业碳排放影响因素及产业关联研究[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2022, 21(1): 86-93.
- [34] 朱汶郡, 彭欣怡, 陈歆. 基于 SDA 和 SPA 的山东省能源消费碳排放变化的动因分析[J]. 环境生态学, 2023, 5(9): 117-124.
- [35] 张晴. 基于 SDA 的华北地区碳排放变动及驱动因素研究[J]. 生产力研究, 2022(12): 49-52, 73.
- [36] 李创, 咎东亮. 我国物流运输业碳排放测量及分解模型实证研究[J]. 资源开发与市场, 2015, 31(10): 1197-1199.

- 1213.
- [37] 杨颖, 梁洁林, 李佳霖, 等. 基于全生命周期的轨道交通产业集群供应链碳排放测算与影响因素分析[J]. 铁道运输与经济, 2025, 47(1): 31-39.
- [38] 孙伟, 陈钰彬, 林希雅. 基于 LMDI 和 K 均值聚类法的省级碳排放驱动机制分析[J/OL]. 环境科学, 1-19. <https://link.cnki.net/doi/10.13227/j.hjx.202408082>, 2025-05-14.
- [39] 徐国泉, 封士伟. 中国火电行业能源消费碳排放的时空演变特征[J]. 生态经济, 2024, 40(2): 30-38.
- [40] 王智琦, 李建国, 彭彬彬, 等. 西部地区交通碳排放的驱动因素与脱钩效应分析[J]. 环境工程, 2023, 41(10): 213-222.
- [41] 蔡佳丽, 张陶新. 湖南省分行业碳排放与经济增长相关性研究——基于 EKC 曲线分析[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版), 2019, 13(5): 50-56.
- [42] 周岸, 吴开亚. 上海市交通碳排放驱动因素分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2020, 43(2): 264-269.
- [43] 刘琦, 范鑫坤. 中国省际物流业碳排放的空间效应及其传导机制[J]. 环境工程学报, 2024, 18(1): 298-308.
- [44] 张之潇, 王玉罡, 叶子临, 等. 贵州省交通运输业碳排放影响因素及情景预测[J/OL]. 环境科学, 1-15. <https://link.cnki.net/doi/10.13227/j.hjx.202408063>, 2025-05-14.
- [45] 刘畅. 东北三省碳排放影响因素分析和趋势预测——基于 STIRPAT 模型和情景分析法[J]. 科技和产业, 2024, 24(21): 348-358.
- [46] 王可睿, 邵必林. 陕西省物流业碳排放因素分解与情景预测[J]. 物流工程与管理, 2023, 45(11): 5-9.
- [47] 耿庆桥, 贾元华, 吴江, 等. 考虑碳排放影响的物流园区布局优化研究[J]. 北京交通大学学报, 2023, 47(1): 115-125.
- [48] 邹艳芬, 黄美娟, 黄和平, 等. 长江中游城市群碳排放的时空演变及其影响因素研究[J/OL]. 长江流域资源与环境, 1-23. <https://link.cnki.net/urlid/42.1320.X.20250314.1707.002>, 2025-05-14.
- [49] 狄乾斌, 李春雪, 陈小龙. 中国沿海地区滨海旅游业碳排放效率时空演变特征及趋势预测[J/OL]. 环境科学, 1-17. <https://link.cnki.net/doi/10.13227/j.hjx.202410062>, 2025-05-14.
- [50] 刘战豫, 张伞伞. 基于夜间灯光数据的中国城市群能源消费碳排放时空演变及影响因素研究[J]. 生态经济, 2024, 40(9): 23-31.
- [51] 单孟文, 李婷, 王映然, 等. 2000-2020 年青岛市区域碳排放时空演变特征及影响因素[J]. 水土保持通报, 2024, 44(3): 367-378, 389.
- [52] 宝力格, 刘祎绯. “双碳”目标下北京城市形态时空演变及其对碳排放的影响[J]. 生态学报, 2024, 44(17): 7507-7519.
- [53] 梁毅, 徐超飞, 高子涵. “一带一路”倡议下中国沿线区域物流业碳排放时空演变及驱动因素分析[J/OL]. 环境工程技术学报, 1-18. <https://link.cnki.net/urlid/11.5972.x.20250327.0849.004>, 2025-05-14.
- [54] 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, 44(1): 427-437.
- [55] 肖红, 李鑫汝, 许荟珍, 等. 成渝城市群物流业集聚对物流业碳排放的时空异质性影响研究[J]. 铁道运输与经济, 2025, 47(1): 53-60, 81.
- [56] 陈艺骋, 李祥龙, 张园园. 责任共担视角下中国省域物流业碳排放时空演变分析[J/OL]. 环境科学, 1-20. <https://link.cnki.net/doi/10.13227/j.hjx.202405050>, 2025-04-01.
- [57] 金凤花, 富立友, 马洪伟. 区域物流碳排放空间格局的演化研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(8): 254-257.
- [58] 鄢飞, 雷益. 纺织产业与物流业融合对纺织产业碳排放强度的影响研究[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2023, 43(4): 82-89.
- [59] 王磊, 何斌锋. 绿色技术创新对物流业碳排放的空间溢出效应[J]. 商业经济研究, 2024(5): 91-95.
- [60] 黄卓, 杨佩月. 我国流通产业碳排放影响因素研究[J]. 商业经济研究, 2023(7): 162-165.
- [61] 俞泽, 孙立成. “双碳”背景下异质性环境规制对物流业绿色转型升级的影响[J]. 商业经济研究, 2024(18): 89-92.
- [62] 莫思敏, 赵小龙, 雷宇健. 考虑碳排放和时效性的多能源车辆冷链配送问题研究[J]. 科学技术与工程, 2024, 24(24): 10474-10483.
- [63] 何源明, 梁梓苏. 碳达峰视角下物流业减排措施、碳绩效与企业价值的互动关系——以上市物流企业为例[J]. 商业经济研究, 2023(18): 85-89.