

碳中和目标下物流业低碳转型路径研究 ——以安徽省为例

丁和平 李康

宿州学院 商学院, 中国·安徽 宿州 234000

【摘要】物流业低碳转型对于推动绿色发展、降低碳排放、提高资源利用效率等方面具有重要意义。安徽省作为中国物流五大枢纽之一,其物流业发展较快。文章以安徽省物流业为研究对象,通过研究物流业低碳转型的发展现状,发现安徽省物流业低碳转型存在的问题和挑战,利用灰色关联度分析方法,对影响安徽省物流业低碳转型的关键因素进行了研究。结果表明,政府干预程度、技术创新、市场需求等因素对安徽省物流业低碳转型起到了积极的促进作用。基于此,文章提出了促进安徽省物流业低碳转型的政策建议,包括加强政府引导,推动技术创新,提高企业环保意识等,为推动安徽省物流业向低碳发展方向转型提供了理论支持和政策参考。

【关键词】物流业; 低碳转型; 碳中和; 灰色关联度分析

【基金课题】安徽省哲学社会科学规划项目: 安徽省物流业碳排放效率: 测度、演化机理及提升对策(项目编号: AHSKQ2022D079)。

为了应对气候变化,中国政府提出了碳中和的目标,即到2060年实现碳排放达到峰值,并力争在2060年前实现碳中和。这就要求物流业要采取有效措施,降低碳排放,实现碳中和。安徽省位于中国东部,地处长江下游,是中国重要的物流枢纽之一。近年来,安徽省物流业呈现出快速发展的态势,物流基础设施逐步完善,物流技术水平不断提升,物流服务水平持续提高。据统计数据显示,安徽省物流业总产值连续多年保持增长,2023年达到2469.2亿元,占全国物流总产值的比重逐年提升。安徽省物流业发展现状分析显示,安徽省物流业存在着一些亟待解决的问题和挑战。首先,物流成本较高,主要受到交通和能源成本的影响,导致物流企业盈利能力不强。其次,物流信息化程度较低,信息流动性不足,影响了物流效率和服务质量。最后,安徽省物流业仍存在着碳排放较高的现象,低碳转型任务繁重。在此背景下,加强安徽省物流业的低碳转型显得尤为紧迫和必要。通过推动绿色物流发展,加大节能减排力度,促进物流业结构调整和转型升级,才能实现安徽省物流业可持续发展的目标。

1 文献综述

目前关于物流业低碳路径转型的研究有很多,薛冰欣、陈敏(2024)利用熵权法构建各个因素的调节效应模型,实证检验了数字经济发展、物流产业发展与碳排放三者的关系,并针对分析结果,从四个维度提出相关策略^[1]。刘琦、范鑫坤(2023)基于省级面板数据,运用逐步回归法探究我国物流业碳排放影响因素,采用固定效应模型进一步探究东中西部地区物流业碳排放影响因素,基于此,提出实现我国物流业低碳转型发展的路径^[2]。邵东伟、王培梁(2024)时结合自身发展现实情况,选择合适的数字化解

决方案,工具和相应的技术,注重数据的收集,整理和分析,合理利用,把握数字化时代的机遇,进行企业数字化转型布局提升物流业数字竞争力,助力物流业高质量发展^[3]。齐宇、李妍(2024)采用扩展的Kaya恒等式分解影响碳排放的因素,运用LMDI模型分析各因素的影响程度,碳排放的影响因素可分解为碳排放强度、低碳技术、行业收入水平、从业人口规模和总人口规模,研究结果表明,不断提高碳排放效率,特别是加大低碳技术发展力度,是促进中国物流业减排的有效发展路径^[4]。但是这些研究都没有具体以安徽省为研究对象的细致研究,从长远发展来看,低碳转型已经成为物流业不可或缺的重要环节,基于此,本文以安徽省为例,研究安徽省物流业低碳转型之路,对于安徽省物流业可持续发展有着重要的现实意义。

2 数据收集与处理

2.1 数据收集

灰色关联度分析是通过不确定性数据之间的关联程度

表1 安徽省经济发展与物流业发展灰色关联分析指标体系

指标类别	指标体系	指标名称	指标符号
参考序列	物流业消耗	二氧化碳排放量(万吨)	Y_1
		能源消耗量(万吨标煤)	Y_2
比较序列	经济水平	GDP(亿元)	X_1
		第一产业生产总值(亿元)	X_2
		第二产业生产总值(亿元)	X_3
		第三产业生产总值(亿元)	X_4
比较序列	科技水平	RD经费(万元)	X_5
		国内发明专利申请受理量(件)	X_6
	政府干预水平	财政支出(亿元)	X_7

进行定量研究的方法^[5]。通过灰色关联度分析模型的构建，我们将能够深入了解安徽省物流业低碳转型过程中各因素之间的关系，为实现低碳转型目标提供科学支持和参考依据。在指标的选取上，本研究借鉴学者们的研究，结合安徽省实际情况考虑，安徽省物流业消耗的指标体系作为参考序列，安徽省经济水平和科技水平、政府干预水平的指标体系作为比较序列^{[6][7]}。具体指标体系如表1所示：

首先，我们将收集安徽省物流业相关的碳排放数据、转型成效数据和影响因素数据。然后，我们将对这些数据进行预处理，包括数据清洗、归一化处理和标准化处理。接着，我们将利用灰色关联度分析方法计算各个因素之间的关联度，从而揭示它们之间的潜在关系。最后，我们将根据关联度结果，分析各个因素对安徽省物流业低碳转型的影响程度，并提出相应的改进策略和建议。通过灰色关联度分析模型的构建，我们将能够深入了解安徽省物流业低碳转型过程中各因素之间的关系，为实现低碳转型目标提供科学支持和参考依据。

2.2 数据处理

灰色关联度分析步骤如下^{[8][9]}：

第一步：建立主序列和子序列。主序列（即参考序列）记为 $Y_i = \{y_i(1), y_i(2), \dots, y_i(n)\}$ ；子序列（即比较序列）记为： $X_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\}$ 。

第二步：对主序列数列和子序列进行预处理，也就是进行无量纲化。在这里我们使用的是初始值法。公式如下：

$$y_i' = \frac{y_i}{y_i(1)} (y_i'(1), x_i' = \frac{x_i}{x_i(1)} (x_i'(1), x_i'(2), x_i'(3), x_i'(4), x_i'(5), x_i'(6), x_i'(7))$$

第三步：对数据进行绝对差计算。将数据归一化去量纲处理后，对与的绝对差进行计算，公式如下：

$$\Delta_i(k) = |X_o'(k) - X_i'(k)|, \Delta_i = (\Delta_i(1), \Delta_i(2), \dots, \Delta_i(m)), i = 1, 2, \dots, m。$$

第四步：求 $\Delta_i(k) = |X_o'(k) - X_i'(k)|$ 的两级最大差和最小差。

设 $M =$ 最大极差， $N =$ 最小极差，分别记为 $M = \max \max \Delta_i(k)$ ， $N = \min \min \Delta_i(k)$ 。

第五步：计算灰色关联系数的值并且构造公式：

$$\xi_i = \frac{N + \rho M}{\Delta_i(k) + \rho M} \quad (\text{其中 } \rho \text{ 为分辨系数, } \rho \in (0, 1), \text{ 通常取值为 } 0.5)。$$

第六步：求关联度的值，公式如下：

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_j \xi_j$$

第七步：排序。对 r_i 的数值进行大小排序，关联度数值的大小与各因素间的关联程度密切相关，若 r_i 的值越小，

则说明因素之间影响愈小，反之则愈大。

本文以Y1、Y2为参考序列，对安徽省地区的经济和物流业发展状况进行研究，指出了安徽省目前存在的问题^[10]。下面将用Y1作为参考序列来说明：

将Y1为参考序列，进行数据的绝对差计算。

根据结果找出其最大极差M、最小极差N，即 $M=12.66156992, N=0$ 。根据所获得的值计算相关灰色关联度系数。

最后可得到当Y1（二氧化碳排放量）为参考序列时，安徽省各经济指标项与物流的相关度数据，其结果如下：

$$r_1=0.83726, r_2=0.79534, r_3=0.81679, r_4=0.88108, r_5=0.88947, r_6=0.59518, r_7 =0.83865$$

同理可得：将Y2作为参考序列，根据以上步骤算出其关联度，

以Y2（能源消耗量）作为参考序列时，其结果如下：

$$r_1=0.83810, r_2=0.79596, r_3=0.81768, r_4=0.88180, r_5=0.89172, r_6=0.59507, r_7=0.83949$$

以Y1做为参考序列时，排序结果为 $r_5 > r_4 > r_7 > r_1 > r_3 > r_2 > r_6$

以Y2做为参考序列时，排序结果为 $r_5 > r_4 > r_7 > r_1 > r_3 > r_2 > r_6$

在本研究中，我们通过灰色关联度分析方法对安徽省物流业低碳转型进行了深入研究和分析。通过对这些因素的灰色关联度分析，我们得出了一些结论：技术水平和经济水平是安徽省物流业低碳转型的关键驱动因素，而政府干预程度则是企业低碳转型过程中不可或缺的因素。因此，我们建议在低碳转型中注重提高当技术水平、增加经济发展、提高政府干预程度，促进安徽省物流业向低碳发展方向转型，以实现可持续发展目标。

3 安徽省物流业低碳转型路径的建议

3.1 加大创新技术应用

随着低碳转型迫在眉睫，物流业需积极应用创新技术实现绿色发展。首先，可推行物联网技术，通过传感器实时监测货物运输状况，提高运输效率，降低能源消耗。其次，应引入无人驾驶技术，减少人为操作错误风险，加大基于物联网和大数据技术的智能物流方案应用，通过实时监控和预测分析，降低运输环节中的能源浪费和碳排放。此外，可采用智能仓储技术，优化仓储布局和物流路径，减少库存周转时间，提升能源利用效率。还应关注清洁能源应用，如太阳能、风能等替代传统燃料，减少运输过程中的碳排放。通过以上创新技术应用方案，可以为安徽省物流业的低碳转型提供有效的技术支撑和发展路径。

3.2 加大经济发展力度

安徽省物流业是该省经济发展中不可或缺的一部分。随着经济水平的不断提升,物流低碳化作为一项重要的发展趋势,为安徽省带来了许多好处。首先,通过提高经济水平,可以提供更多的资金和技术支持,用于推动物流行业的低碳化发展,采用更加环保和高效的物流技术和设施,从而降低能源的消耗和减少碳排放量,实现可持续发展。其次,经济水平的提升也可以促进物流低碳技术的研发和应用。通过科技的力量,物流企业可以引入更多的智能化设备、大数据分析等先进技术,优化配送路线和运输方式,提高物流效率和减少能源的浪费,从而降低碳排放。另外,加大经济水平也有助于改善物流基础设施,从而提升物流低碳化水平。综上所述,加大经济水平对安徽省物流低碳化发展有着积极的影响。通过经济的繁荣,可以提供更多的资金和技术支持,推动物流行业向低碳化方向发展。这不仅有助于减少能源的消耗和碳排放量,保护环境,还可以促进物流行业的技术创新和基础设施的改善,提高物流运输的效率和能源利用率。因此,加大经济水平对安徽省物流业有着重要意义。

3.3 支持政府资金干预

政府资金干预对安徽省物流低碳化是十分必要和合理的。第一,物流是安徽省经济发展的重要组成部分,对于提升产业竞争力和促进经济增长具有重要意义。然而,传统的物流模式往往伴随着能源消耗大、碳排放高等特点,不利于可持续发展的要求。政府的资金干预可以在技术创新、设施建设、人才培养等方面提供支持,推动物流行业向低碳化、智能化方向发展,提升其绿色发展水平。第二,通过政府资金干预,可以鼓励企业加大对低碳物流技术的研发和应用,降低物流环节碳排放,从根本上改善安徽省的环境质量和生态健康。第三,政府资金干预还能够提高物流企业对低碳化政策的遵从度和执行力度,推动整个物流产业绿色转型,形成积极的社会示范效应。

3.4 构建管理和监督机制

管理与监督机制建设是安徽省物流业低碳转型中至关重要的一环。首先,建立健全的管理体系是保证低碳转型顺利推进的基础。在这一过程中,需要制定明确的管理规章制度,明确责任部门和监督机制,确保各项政策措施的有效执行。其次,监督机制的建设也是不可或缺的。应建立健全监督机制,加强对低碳转型过程的监测和评估,及时发现问题并采取有效措施加以解决。此外,建立与低碳转型目标相适应的激励机制,鼓励物流企业积极参与低碳环保工作,推动整个行业向着低碳方向发展。

4 结论

本研究对安徽省物流业进行了低碳转型研究,通过灰色关联度分析方法,深入探讨了碳排放情况、低碳转型进展以及影响因素等方面。通过案例分析和对比研究,发现安徽省内物流企业在低碳转型方面存在较大差距,但也可以借鉴其他省市成功案例的经验。未来,安徽省物流业应加强政策支持,提高经济发展能力,培养低碳意识,推动产业链绿色升级。本研究为安徽省物流业低碳转型提供了重要参考和指导,对推动区域经济可持续发展和实现碳中和目标具有重要意义。然而,由于物流业环节复杂,发展环境多样,因此,想要研究清楚物流业低碳转型是需要长期观察并分析的,本文对其研究有限,后续可以扩大地域范围和时间范围进行进一步研究。

参考文献:

- [1] 薛冰欣,陈敏.数字经济赋能下长江经济带物流产业低碳转型路径研究[J].价格月刊,2024,(03):79-88.
- [2] 刘琦,范鑫坤.碳中和目标下物流业低碳转型发展路径研究[J].商业经济研究,2023,(08):80-84.
- [3] 邵东伟,王培梁.低碳背景下煤炭企业绿色物流转型路径分析[J].中国储运,2024,(02):116-117.
- [4] 齐宇,李妍.“双碳”目标下中国物流业碳排放影响因素与发展路径——基于扩展的Kaya恒等式和LMDI分解模型[J].时代经贸,2024,21(02):41-45.
- [5] Nowicka, Katarzyna. Smart City Logistics on Cloud Computing Model[J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014, 151: 266-281.
- [6] Button and D. A. Hensher. The Handbook of logistics and supply-chain management[M]. London: Pergamon / Elsevier. 2001.
- [7] 黄梅,蒋娟.基于循环经济的低碳物流发展模式研究[J].中国物流与采购,2019(14):73.
- [8] 余真翰,叶斌,刘科,刘福刚.基于灰色关联分析的成都市旅游经济与物流业发展相关性研究,2017.
- [9] 田振中.河南省农业与物流业协调发展及其影响因素分析[J].物流科技,2021,44(10):90-92+101.
- [10] 王晓宇,黄铭.低碳视域下皖江城市带物流效率研究[J].宿州学院学报,2020,35(03):34-38+42.

作者简介:

丁和平(1986.12-),女,汉族,安徽宿州人,博士,讲师,研究方向:物流与供应链管理。

李康(2001.08-),男,汉族,安徽宿州人,本科,研究方向:物流与供应链管理。