

河北省物流园区低碳数智化转型影响因素研究

王汉新, 杨继桐

(河北地质大学 管理学院, 河北 石家庄 050031)

[摘要]河北省物流园区在数字经济时代已进入高质量发展阶段,低碳数智化转型是物流园区实现低成本可持续发展的有效途径。为探索河北省物流园区低碳数智化转型的关键影响因素,通过实地调研等方式确立了22个河北省物流园区低碳数智化转型的影响因素并建立了相应指标体系,同时运用DEMATEL-ISM模型分析了各因素之间的逻辑关系及其相互影响,研究结果显示:物流园区碳排放监管政策、企业人员转型意识等8项因素是河北省物流园区转型的关键影响因素,据此,文章提出细化政策制度、园区设备技术转型升级和园区资源整合优化3个维度的策略建议,以期助力河北省物流园区加速实现低碳数智化转型。

[关键词]物流园区转型;数字经济;DEMATEL-ISM模型;绿色低碳;数字智慧

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2024.04.007

[中图分类号]F259.27

[文献标识码]A

[文章编号]1673-9477(2024)04-0051-10

随着数字经济时代的快速发展,物联网、云计算等新一代信息技术已经能够为众多行业持续赋能。2022年,国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》指出:“物流是产业数字化的重点应用行业,要加快对传统物流设施进行数字化改造升级。”^[1]伴随着“双碳”目标的日益迫近,高碳排放量的物流业开展低碳化、数智化转型已进入改革的重要阶段。当前,作为各类物流功能集聚地的物流园区已将标准化、集群化、低碳化、数智化转型作为其园区升级的重要目标。^[2]

一、文献回顾

在物流园区低碳化发展方面,国内外学者主要从设施改造^[3]、空间优化^[4]、技术创新^[5]等维度探寻园区转型路径。当前研究发现,政策制度支持^[6]、信息技术应用^[7]、能源结构调整^[8]、园区标准化发展^[9]、成本投入^[10]、转型意识^[11]等要素是制约物流园区低碳发展的关键。此外,通过政府干预和市场调节,碳税、碳监管、增加高碳交易成本^[12]等方式有助于促进物流园区实现低碳发展转型。

在物流园区数智化发展方面,现有研究^[13]认为,数智化转型是提升物流园区竞争力的核心途径,而大数据、物联网等智能技术的应用则是数智化转型的必然依托^[14]。在实践中,业界常通过仓储智能

改造^[15]、营运模式创新^[16]、智能设备引入^[17]、供应链流程优化^[18]等方法来加速物流园区的数智化转型。此外,信息基础设施建设、内部信息有效协调与外部信息充分共享^[5]等方面也是物流园区数字化转型关注的重点。然而,园区用地、底层技术、建筑材料等多种成本因素^[19]可能会对物流园区的数智化转型产生极大阻碍。

在物流园区低碳化与数智化耦合发展方面,现有研究表明,园区低碳化与数智化不是孤立发展的,而是相互促进、相互影响的。同时,低碳技术和信息技术的高度协调被认为是降低物流资源消耗、助推经济发展的关键。^[20]首先,园区的低碳发展需要信息技术的支持,并通过系统的路径规划、智能分仓等方式实现^[21]。数字化、智能化技术的应用可以有效实现园区碳管理的可视化追踪,从而实现流通环节的碳减排和资源的有效回收利用。^[8]其次,物流园区数智化转型所涉及的数字系统、底层技术以及智能设备等投入巨大^[22],园区因成本过高导致其转型意愿较低。但与此同时,物流园区的低碳发展能通过资源节约、能源优化等方式形成“绿碳经济”^[23],可持续性地为其数智化转型提供不竭动力。因此,在数字经济大背景下,数智化转型提供技术支持以加速低碳转型,而低碳转型产生的经济效益则为数智化转型提供动力,最终二者形成良性循环,如图1所示。

[投稿日期]2024-05-27

[基金项目]河北省社会科学发展研究课题(编号:20230202010)

[作者简介]王汉新(1966-),男,河北故城人,博士,教授,研究方向:智慧物流。

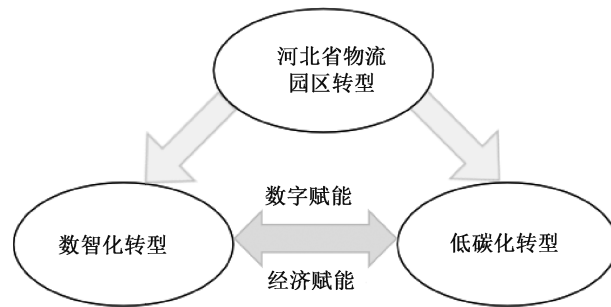


图1 数字经济赋能低碳数智化转型关系图

综上所述,在数字经济的推动下,当前物流园区正处于实现低碳数智化转型的关键阶段。然而,当前针对物流园区低碳数智化的研究更多集中于从信息技术的角度出发探索园区运营、服务和发展等基本运作方式的表面化转型,却较少考虑到底是何原因从根本上影响园区的转型。同时,当前研究通常以主观的定性分析为主,缺少客观的理论数据支撑。此外,当前研究更多进行的是单一性研究,即倾向于研究数智化或低碳化的单一属性转型,较少考虑低碳化与数智化转型二者之间存在的相互作用关系,以及两者共同作用下的园区转型路径。随着新一代信息技术的飞速发展,数字经济能够明显推动组织机构或企业实现绿色化、智能化同步转型。^[24]在数字经济时代与“双碳”目标实现的交汇时期,河北省物流园区已经进入转型的关键阶段,但当前物流园区的转型效果却并不显著。因而,科学客观地找到影响河北省物流园区低碳数智化转型的关键因素已经变得尤为重要。本文通过实地调研走访以及查阅文献等方法确定若干评价指标,并通过寻找指标间关系找到影响物流园区转型的最关键因素,最终制定相应对策,以期能够对河北省及其他类似地区的物流园区转型升级提供借鉴。

二、指标建立与模型原理

(一) 河北省物流园区发展现状及影响因素

1. 河北省物流园区整体发展

在新一代信息技术赋能数字经济与“双碳”目标的时代背景下,作为京津冀城市群的重要省份,河北省凭借“东出西联、承南接北”的独特区位优势,正在逐渐形成具有地方特色的新型物流模式。而具有物流功能集成特性的物流园区则成为了河北省建设物流强省的重点关注领域。河北省政府办公厅印发《河北省建设全国现代商贸物流重要基地“十四五”规划》和《河北省加快建设物流强省行动方案(2023—2027年)》明确了河北省在“十四五”期间的

主要目标之一是要建设更绿色智能的现代物流体系,并且将推进物流园区升级作为重点建设的十大工程之一。河北省统计局《河北省2023年国民经济和社会发展统计公报》(以下简称公报)显示,2023年河北省生产总值实现43944.1亿元,其中,河北省物流业增加值为3051.7亿元,增长6.2%。当前物流业已成为河北省经济的重要增长点。此外,《河北省建设全国现代商贸物流重要基地“十四五”规划》中的数据显示,截至2021年底,河北省的铁路营业里程、高速公路通车里程分别位居全国第2位和第4位,全省路网密度更是接近2倍的全国平均水平。公报中的数据显示:2023年河北省全社会货物运输总量为26.2亿吨,铁路货运量仅为3.01亿吨,其占全社会货运量比重的11.5%,而公路货运量占比却为82.8%,这些数据表明货物运输结构出现明显的失衡。河北省生态环境厅发布的数据显示:截至2024年4月,河北省新能源重型货车为2.21万辆,位居全国首位,但这也仅占全省重型货车数量的3%,可见货运绿色转型仍然任重道远。河北省政府公开信息显示:省内智慧物流园区对于WMS、TMS、OMS等数字系统的应用已基本具备,但对于智能化的无人叉车、智能穿梭车、自动化轨道的应用仍为少数,当前河北省正处于信息化、数字化、智能化多层次转型的复合时期。

由此可见,河北省物流园区的低碳数智化转型须尽早开展,但河北省物流园区整体发展却呈现“多而不优”“大而不强”的特点。中国物流与采购联合会发布的《第六次全国物流园区(基地)调查报告(2022)》显示:截至2022年底,符合统计条件的河北省物流业产业园区共有98家,园区总数位列全国第11位,同时当前已投入运营的物流园区有84家,占园区总数的85.7%。此外,河北省物流与采购联合会数据表明,截至2023年底,河北省国家级示范性物流园区已有6家。然而,相较于江苏、广东等地的先进物流园区,河北省物流园区较少重视自身的绿

色化、数字化、智能化发展。此外,即使河北省一些较为领先的物流园区已经尝试运用新一代信息技术进行转型升级,但转型升级所带来的增益效果并不显著,很难形成示范性、普适性、系统性的推广方案。因而,笔者认为识别出当前影响河北省物流园区低碳数智化转型的关键因素至关重要。

2. 影响因素指标体系的建立

为找到影响河北省低碳数智化转型的关键影响因素,本研究首先对 2021—2024 年物流园区低

碳化、数智化转型相关文献进行收集与整理,其次开展了以河北省智慧物流产业园区、廊坊天环冷链物流园为代表的 7 个物流园区的实地调研,并与园区转型升级、园区管理、基础操作等领域的专家开展访谈,利用 PESTEL 原则整理出以物流园区建设标准、规范和政策为代表的 22 个影响河北省低碳数智化转型升级的指标因素,具体指标的释义、文献来源见表 1,所有指标影响因素的整体架构见图 2。

表 1 指标、指标释义及文献来源

指标名称	指标释义	文献来源
物流园区建设标准规范政策(X ₁)	政府指导物流园区制定建设规范的有关政策	[25]
物流园区转型补贴政策(X ₂)	政府用于支持物流园区转型的专项资金政策	[26]
物流园区碳排放监管政策(X ₃)	政府指导物流园区控制 CO ₂ 排放并实施奖惩措施的政策	[12]
物流园区招商政策(X ₄)	物流园区制定的吸引外部企业的内部制度	[10]
区域基础设施规划政策(X ₅)	适于地区发展及物流园区转型的基础设施配套政策	[4]
园区转型建设专项资金(X ₆)	物流园区用于低碳数智化转型的定向补贴资金	[9]
园区转型建设投资回收期(X ₇)	物流园区因转型所获额外收益与投资额相冲抵的时间	[10]
园区运营维护成本(X ₈)	物流园区为维持其低碳数智化生产经营的成本总和	[16]
园区转型投融资结构(X ₉)	外部投资的物流园区低碳数智化转型资本结构	[18]
技术管理人员素质(X ₁₀)	物流园区人员的个人综合素养	[22]
企业人员转型意识(X ₁₁)	物流园区人员对低碳数智化转型的看法及行为	[11]
园区内部信息互通程度(X ₁₂)	物流园区企业内部及企业之间的信息流通活动	[20]
园区外部功能协作程度(X ₁₃)	物流园区企业与外部组织之间的互动行为	[5]
园区管理标准化程度(X ₁₄)	物流园区内部建筑、流程制度、生产方式的规范化程度	[19]
园区发展定位清晰程度(X ₁₅)	物流园区明确自身未来发展方向并逐步实现的动态过程	[2]
园区内部企业组成结构(X ₁₆)	物流园区内部企业类型、规模等属性的构成	[8]
园区规划设计技术(X ₁₇)	用于规划物流园区内建筑、道路等基础设施的设计技术	[2]
企业信息化管理技术(X ₁₈)	对企业内部流程高效管理的软件技术	[17]
物流数据安全防范技术(X ₁₉)	预防物流信息风险的网络安全技术	[18]
可再生能源替代技术(X ₂₀)	用于替代传统能源的新型可再生能源的关键技术	[23]
园区监管预警技术(X ₂₁)	实时监控可能影响物流园区安全生产因素的预警技术	[13]
资源循环及污染处理技术(X ₂₂)	与物流园区资源回收及废弃物处理有关的技术	[7]

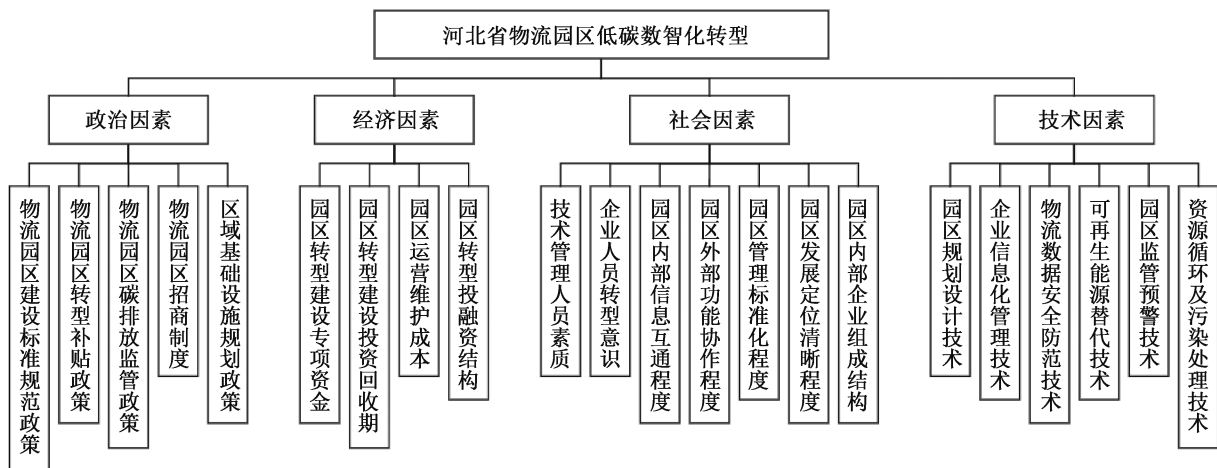


图 2 河北省物流园区低碳数智化转型影响因素架构图

(二) DEMATEL-ISM 模型

1. DEMATEL-ISM 模型原理

通过评价因素间的逻辑关系和相互影响, DEMATEL 模型能够揭示因素间的因果关系及它们在系统中的位置,而 ISM 模型则能在保障系统正常运行情况下建立层次化有向拓扑图。然而, DEMATEL 模型仅能判断关系是否存在及其强度,无法展示层次结构;ISM 模型则展现明显的层次关系,但无法识别关系的有无和强度。因此, DEMATEL 与 ISM 模型的组合,能够识别系统内各复杂因素之间的关系及其强度,以及系统的层次结构。

2. 构建 DEMATEL-ISM 模型

(1) 建立直接影响矩阵

对已经建立好的评价指标因素进行评价,即通过 Delphi 法这一指标评价方法逐一确定 X_{ij} , X_{ij} 为第 i 项因素对于第 j 项因素的影响程度,并建立直接影响矩阵,如下表 2 所示。

表 2 直接影响矩阵

因素	X_1	X_2	...	X_n
X_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
X_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
...
X_n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nn}

(2) 计算综合影响矩阵

根据公式(1)对直接影响矩阵进行规范化处理,得到规范影响矩阵 M 。利用公式(2),将规范影响矩阵 M 计算得出综合影响矩阵 T 。

$$M_{ij} = \frac{X_{ij}}{\max(\sum_{j=1}^n X_{ij})} \quad (1)$$

$$T = \sum_{k=1}^{\infty} M^k = M(I - M)^{-1} \quad (2)$$

(3) 计算影响度、被影响度、中心度与原因度

如公式(3)所示,影响度 D_i 代表第 i 项因素对其他每项因素的总体影响程度;如公式(4)所示,被影响度 C_i 代表第 j 项指标受所有其他因素的总体被影响程度;如公式(5)所示,中心度 W_i 代表该因素在整个系统中所处的位置及其作用,是影响度与被影响度的求和值;如公式(6)所示,原因度 R_i 是影响度与被影响度的差值,大于 0 则为原因因素,反之则为结果因素。

$$D_i = \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad (3)$$

$$C_i = \sum_{i=1}^n T_{ij} \quad (4)$$

$$W_i = D_i + C_i \quad (5)$$

$$R_i = D_i - C_i \quad (6)$$

(4) 绘制原因—结果关系图

以中心度为横坐标,原因度为纵坐标,绘制平面直角坐标系,并通过中心度与原因度进行组合划分,将平面直角坐标系划分为 4 个区域并进行因果分析。

(5) 计算整体影响矩阵及可达矩阵

如公式(7)所示,将综合影响矩阵 T 与单位矩阵 I 进行相加,得到整体影响矩阵 A 。

为清晰识别各因素之间的相互影响关系,本研究引入一个阈值 λ ,将整体影响矩阵 A 中的数据进行简化。为了更客观地确定阈值 λ ,本研究采用综合影响矩阵 T 的均值 α 与标准差 β 的求和值来进行确定,如公式(8)所示,并利用公式(9)对比整体影响矩阵 A 中的各项数值与阈值 λ 的关系,计算可达矩阵 K 。

$$A = T + I \quad (7)$$

$$\lambda = \alpha + \beta \quad (8)$$

$$K_{ij} = \begin{cases} 1 & A_{ij} \geq \lambda \\ 0 & A_{ij} < \lambda \end{cases} \quad (9)$$

$$R(x_i) = R(x_i) \cap S(x_i) \quad (10)$$

(6) 划分影响层次并绘制多层次结构图

如公式(10)所示,先利用可达矩阵 K 确定可达集 $R(x_i)$ 、先行集 $S(x_i)$ 。可达集 $R(x_i)$ 为因素 i 在可达矩阵 K 中每行 K_{ij} 为 1 的 j 因素;先行集 $S(x_i)$ 为因素 j 在可达矩阵 K 中每列 K_{ij} 为 1 的 i 因素。再确定二者的交集 $R(x_i) \cap S(x_i)$,若 $R(x_i)$ 与 $S(x_i)$ 交集相等,则 $R(x_i)$ 为该层最直接的影响因素。

持续重复公式(10)的划分过程,逐步划分各因素之间的层次结构关系,直至所有因素全部划分完成。根据不同层次的划分结果,最终绘制出多层次系统结构图。

三、模型的计算、绘图与分析

(一) 数据来源与 DEMATEL 模型计算

1. 数据来源

本研究首先建立因素之间影响关系的判断集,判断集包括“很弱”“较弱”“一般”“较强”“很强”5 个等级,分别对应 0~4 分。其次组建专家评价小组,对因素间的影响关系逐一打分。专家评价小组主要包括物流园区转型领域的研究学者、河北省物流协会专家、物流园区管理人员、物流技术研发人员、具备多年经验的园区一线操作人员等行业专家。最后

通过与 21 位专家组成员进行访谈、收集线上问卷及纸质填单等方式,将专家的判断评价转化为 0~4 的数值,求出影响关系的算术平均值,并进行四舍五入取整,得到如表 3 所示的直接影响矩阵。

2. DEMATEL 模型计算

首先利用公式(1)对直接影响矩阵进行规范化处理得到规范化影响矩阵,其次借助公式(2)对规范化影响矩阵进行计算,得到综合影响矩阵,最后

使用公式(3)~(6),分别计算出各变量的影响度、被影响度、中心度及原因度,最终计算的结果见表 4。

(二) DEMATEL 模型的绘图及分析

根据表 4 的计算结果,利用 Matlab R2022a 绘制如图 3 所示的散点图,并将全体因素根据中心度及原因度的强弱划分成 I—IV4 个区域。

表 3 直接影响矩阵

因素	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂
X ₁	0	0	1	3	1	2	0	3	1	3	3	3	2	4	4	2	3	2	1	2	3	3
X ₂	2	0	3	2	2	4	3	1	2	1	2	0	0	3	3	1	1	2	2	3	3	2
X ₃	3	0	0	3	3	4	2	3	2	3	4	1	2	3	4	4	4	2	1	4	3	4
X ₄	0	0	0	0	0	2	1	2	4	1	1	3	1	3	3	4	0	2	1	1	2	1
X ₅	3	1	2	2	0	0	2	2	1	0	0	1	3	1	3	1	2	0	0	2	0	2
X ₆	0	0	0	1	1	0	3	0	2	0	2	0	0	2	3	1	3	3	3	3	3	3
X ₇	0	0	0	2	0	1	0	0	4	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
X ₈	2	0	0	3	0	3	4	0	3	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
X ₉	0	0	0	2	0	4	3	1	0	0	1	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0
X ₁₀	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	4	2	1	4	3	0	3	2	3	3	2	2
X ₁₁	0	0	0	1	0	3	1	1	1	1	0	2	1	3	3	0	2	3	2	3	3	3
X ₁₂	0	0	0	2	0	1	1	4	1	1	1	0	0	4	3	2	2	2	3	1	2	1
X ₁₃	0	0	0	2	1	0	1	2	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	0	1	0
X ₁₄	0	0	0	2	0	1	3	4	2	2	3	2	4	0	3	3	2	2	3	2	3	2
X ₁₅	0	0	0	4	0	1	2	3	2	2	2	3	4	4	0	4	3	3	1	3	2	2
X ₁₆	0	0	0	3	0	0	1	2	2	1	0	3	0	3	3	0	0	2	2	1	2	1
X ₁₇	1	0	0	1	3	0	2	3	1	2	0	1	0	4	3	0	0	1	1	3	3	3
X ₁₈	1	0	0	2	0	0	2	4	0	3	1	4	0	4	3	2	1	0	3	2	3	1
X ₁₉	0	0	0	2	0	0	1	3	1	1	0	4	2	2	1	0	0	3	0	1	3	1
X ₂₀	0	0	1	2	2	3	3	4	2	1	2	0	0	2	2	3	2	1	0	0	2	3
X ₂₁	0	0	0	3	0	0	2	3	1	1	1	3	0	3	0	1	2	2	1	2	0	3
X ₂₂	0	0	1	2	2	1	2	3	2	2	3	0	0	2	2	2	3	2	0	3	2	0

表 4 中心度—原因度计算结果

因素	影响度	被影响度	中心度	原因度	因素	影响度	被影响度	中心度	原因度
X ₁	1.682	0.342	2.024	1.340	X ₁₂	1.104	1.322	2.427	-0.218
X ₂	1.551	0.025	1.575	1.526	X ₁₃	0.547	0.806	1.353	-0.259
X ₃	2.118	0.203	2.321	1.915	X ₁₄	1.440	1.929	3.369	-0.490
X ₄	1.107	1.663	2.770	-0.556	X ₁₅	1.541	1.719	3.260	-0.178
X ₅	1.031	0.452	1.483	0.579	X ₁₆	0.926	1.237	2.162	-0.311
X ₆	1.155	1.036	2.191	0.119	X ₁₇	1.152	1.171	2.323	-0.019
X ₇	0.323	1.459	1.782	-1.136	X ₁₈	1.286	1.269	2.554	0.017
X ₈	0.849	1.862	2.711	-1.014	X ₁₉	0.865	1.055	1.920	-0.190
X ₉	0.550	1.391	1.940	-0.841	X ₂₀	1.218	1.366	2.584	-0.147
X ₁₀	1.243	0.880	2.123	0.363	X ₂₁	0.981	1.508	2.488	-0.527
X ₁₁	1.192	1.074	2.266	0.119	X ₂₂	1.209	1.300	2.510	-0.091

由图 3 的划分可以发现, I 区包含 X₃、X₁₁、X₁₈ 3 项因素,这类因素是影响园区转型的最主要原因。园区管理人员应主要从这些因素入手进行调整,从

而促进整个系统加速转型。II 区包含 X₁、X₂、X₅、X₆、X₁₀ 5 项因素,这些因素的改善虽然也能够对园区转型产生正向影响,但其影响程度相较 I 区而言

(四) ISM 模型的绘图及分析

利用公式(10),对可达矩阵进行逐一拆解、分层,然后通过绘制相邻两层之间的直接影响关系,最终得到图4。其中,L1中的 X_7 、 X_8 、 X_9 、 X_{13} 、 X_{16} 这5项因素为表层因素。该层因素能够直接对物流园区低碳数智化转型产生直接影响。L8中的 X_2 、 X_3 这2项因素为本质因素。该层因素是影响物流园区转型

的最深层因素,在转型发展中能够对其他多种因素产生直接或间接的影响,需要对该层因素予以重视。L2—L7中的因素则为中间因素,该类因素主要起到传导作用,即由相对底层因素或本质因素的改变,逐步传导至表层,最终实现对物流园区转型的影响。中间层因素的改善可以通过直接干预或利用下层因素的改善产生间接影响来实现。

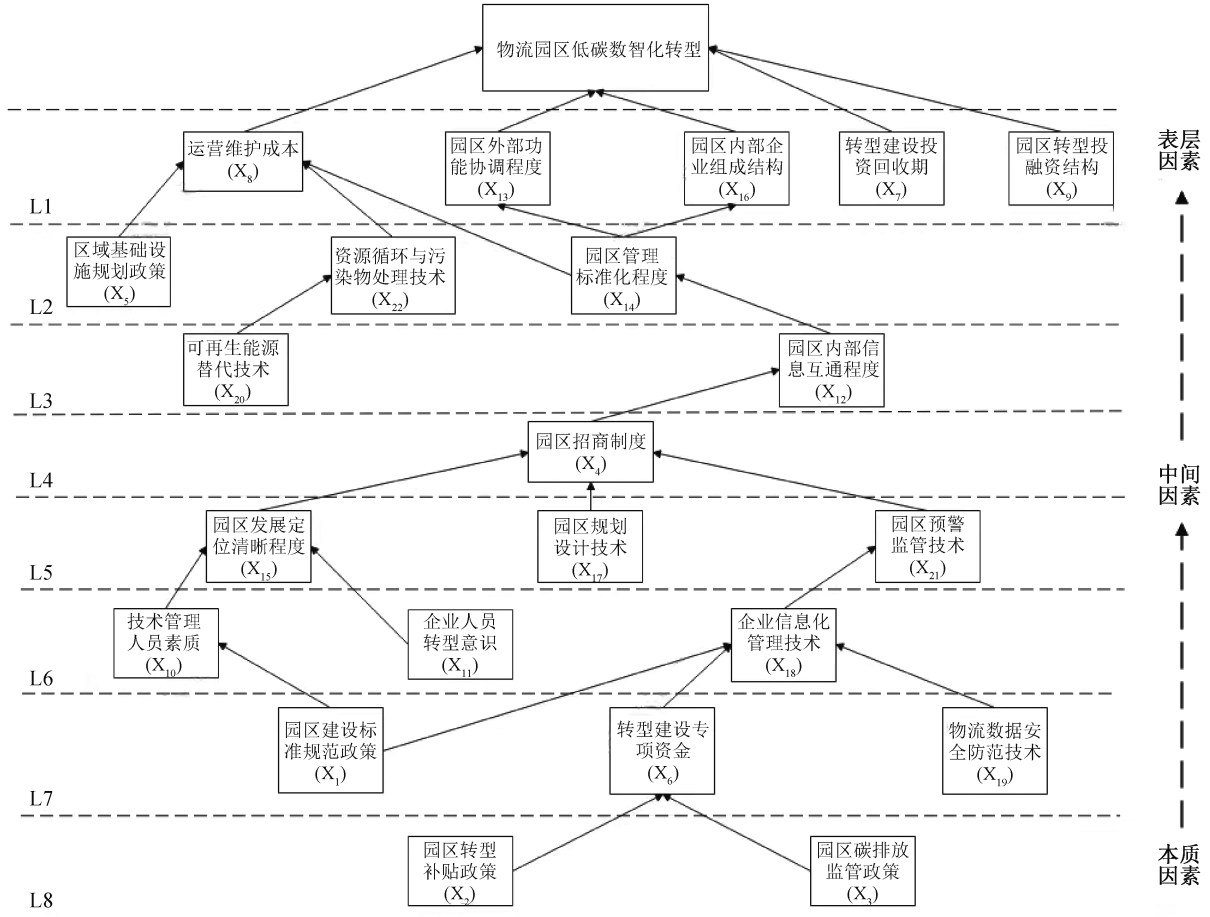


图4 河北省物流园区低碳数智化转型影响因素结构图

(五) DEMATEL-ISM 模型的综合分析

1. 碳排放监管政策缺位

图3与图4的分析结果明显地说明,物流园区碳排放监管政策(X_3)是强原因且是本质因素,应着重予以解决。这需要省政府设立相对应的宏观碳排放监管政策,并且鼓励各物流园区制定与之配套并符合要求的标准和考虑园区实情的碳排放监管制度,在源头上督促园区管理机构及园内企业选择绿色化建材、低碳化工具、数字化系统以及智能化设备,从而实现园区的低碳数智化转型。

2. 园区转型补贴政策贫乏

由分析可知,物流园区转型补贴政策(X_2)是弱原因但也是本质因素,应考虑对其优先解决。经营成本始终是当前省内物流园区不愿意大规模地实现

低碳化、数智化转型的关键因素。但由于市场环境的激烈竞争,低价竞争是企业当前维持生存的主要手段,因而以政府及国有资本为主导的政策支持则显得尤为重要。政府通过设立相应的补贴及税收优惠政策,可以有效帮助物流园区建立起完善的低碳数智化体系,形成良性资金循环。

3. 园区人员转型观念淡薄

企业人员转型意识(X_{11})和企业信息化管理技术(X_{18})虽然均为强原因及中间层次因素,但 X_{18} 受到许多下层因素的影响,因而可以通过其下层因素间接改善。但是因为 X_{11} 无较强的下层直接影响因素,所以对 X_{11} 需要进行直接干预。企业人员的转型意识是影响园区转型效率的重要主观因素,但企

业人员转型意识的提升是一个复杂过程。该过程不但要提高企业人员的个人素质从而强化“软意识”,也要通过政策的规范约束、社会的宣传教育,以及园区的规章制度来强化“硬意识”,进而全面提升企业人员的转型意识。

4. 园区运营成本居高

表层因素和Ⅲ、Ⅳ区因素的计算结果表明,仅有运营维护成本(X_8)是强结果因素,它会极大地受到系统中其他因素的影响而产生改善。因此,对 X_8 进行追溯,可以发现该因素本质上更是受到了物流园区建设标准规范政策(X_1)、物流园区转型补贴政策(X_2)、物流园区碳排放监管政策(X_3)、区域基础设施规划政策(X_5)、企业人员转型意识(X_{11})、园区规划设计技术(X_{17})、物流数据安全防范技术(X_{19})、可再生能源替代技术(X_{20})8项因素的根本影响,因而需对这些因素进行提高来间接改善 X_8 的影响效果。并且上述因素中除 X_2 、 X_3 、 X_{11} 以外, X_1 、 X_5 均为政策规划性因素, X_{17} 、 X_{19} 、 X_{20} 均为技术性因素。政策规划性因素的改善,与 X_2 、 X_3 相类似,主要依靠以有关部门为主导的顶层设计来推动解决和优化。而对于技术性因素相关部门则需要从实用型人才培养、关键技术攻关、科研经费投入等多维度对园区进行综合提升,从而促进物流园区的技术优化,并结合政策规划性因素的改善合力推动运营维护成本的显著降低。

四、结论与政策建议

(一) 结论

本文通过建立因素间影响关系的判断集,并收集专家评价小组对指标间影响关系的判断数据,构建了直接影响矩阵。通过对DEMATEL-ISM模型进行数据处理与分析,总结出物流园区碳排放监管政策等8项影响河北省物流园区转型的关键因素。由于从根本原因的纠正到表层现象的改善,其过程具有时空延后性。因此,为提升园区转型效率,同时结合当前河北省物流园区发展现状,本文提出政策制度优化、园区设备数智升级与低碳建设、园区资源整合与服务拓展来优化物流园区影响因素的3个具体策略,进而实现“标本兼治”的转型目的。

(二) 政策建议

1. 园区低碳化、数智化发展

在园区低碳化发展方面,第一,园区低碳化发展应重视顶层设计。地级市政府应从京津冀协同发展的视角对物流行业及其空间与城市发展、产业结构进行整体规划。第二,园区低碳化发展应规范省级标

准。由省主管部门牵头,河北省现代物流协会物流园区专委会和大型物流企业共同参与制定碳排放标准、物流技术设备标准等法律政策,规范物流行业发展。第三,园区低碳化发展应强化政府监管。唐山、沧州等市率先探索建立碳监管评估标准与碳税征收机制,对企业碳排放量实施全过程监管,并要求碳排放超量企业按规定缴纳碳税,以此督促企业实现转型。第四,园区低碳化发展应完善省市两级财政奖励制度。根据园区特性分阶段建立转型评价制度,对达标园区给予税收优惠及财政补贴,以激励园区加速转型。

在园区数智化发展方面,第一,园区数智化发展要鼓励技术创新。省政府应设立物流技术攻关专项资金,以5G通信、物联网、大数据、区块链等底层技术为依托,健全河北省物流行业技术链条。第二,园区数智化发展要建立数据共享平台。在石家庄、雄安新区等地试点建立区域性特色物流信息共享与协作云平台,打破供应链上下游信息孤岛,提高数据流转效率。第三,园区数智化发展要强化物流信息安全。有关部门应加快推动河北省物流信息安全方面的法律规范制定,推动构建包含安全预警、过程防范、应急处置的全面物流信息安全保障体系。第四,园区数智化发展要重视物流技术人才培养。省政府应支持省属重点高校、物流特色高校加快复合型物流人才培养,支持物流前沿学科建设,强化政策宣传引导,保障省内从业人员待遇,提供专业技术培训,从而实现河北省智慧物流人才梯队建设。

2. 园区设备数智升级与低碳建设

在园区低碳化设施建设方面,第一,园区低碳化设施建设应大力推进河北省内物流园区通过安装太阳能光伏板和充储能终端实现自发电并网;第二,园区低碳化设施建设应优先支持省内新建或重建园区利用绿色建筑组件如玻璃幕墙、光导纤维、新风系统等优化现有资源及其再利用,并建立雨水和污水处理系统回收水资源用于灌溉和降尘。

在园区数智化设备更新方面,第一,园区数智化设备更新应支持河北省示范性物流园区引入区块链技术推行无纸化办公、采购新能源车辆替代传统高能耗车辆、装配行车辅助和车载信息系统优化配送;第二,园区数智化设备更新应加速构建智能云仓,应用自动化仓储系统和智能设备实现无人仓库并推广使用环保包装材料以减少环境影响。

在园区技术创新及安全方面,第一,园区技术创新及安全应鼓励唐山、沧州等地省属大型园区建立碳排放管理平台并结合5G、AIoT等技术进行数字化监控;第二,园区技术创新及安全应推进省内园区全

面使用北斗定位搭建货运平台提升其物流效率;第三,园区技术创新及安全应鼓励河北省医药、冷链等重点产业链上下游物流园区应用区块链技术确保物流数据的真实性和可追溯性,采取数据比对和防泄漏技术保护信息安全,并建立数据互联平台引导供应链各主体参与数据采集与分析。

3. 园区资源整合与服务拓展

在集聚发展专业化园区方面,第一,集聚发展专业化园区应支持石家庄、唐山、保定等地物流园区围绕医药、钢铁、汽车等地区特色产业打造特色服务型园区,同时鼓励链主企业协调当地政府和供应链上下游企业共建共享产业化园区并完善园区周边配套设施;第二,集聚发展专业化园区应由各地级市政府统筹规划,对区域内需求不足、同质化严重的园区进行重组,建立专业化或综合性物流集团,并由河北省物流园区专委会协调功能互补的园区组建园区联盟来促进这些园区共同发展。

在推进多式联运统筹方面,第一,推进多式联运统筹应协调环首都服务圈资源,加强廊坊、石家庄、唐山等区域空、铁、水及公路联运基础设施建设,优化园区与货站间路网规划,提升京津冀地区多式联运效率;第二,推进多式联运统筹应提高唐山、黄骅、秦皇岛三大港口的联运比例,同时在石家庄尝试高铁、地铁与公路交互的新型联运形式。

在增强信息互联互通方面,第一,增强信息互联互通应依托雄安新区、石家庄等地的新一代信息技术实验室,协调京津两地科研院所与高新企业共建共享物流数据库,以张家口数据中心为核心处理物流信息,打破系统壁垒,实现各环节信息管理;第二,增强信息互联互通应由河北省物流园区专委会推动“一站式”物流信息共享平台建设,进一步链接园区、银行、税务、海关等主体,促进信息同步与协作。

在扩展园区服务范围方面,第一,扩展园区服务范围应鼓励物流园区增加中高端业务功能,积极拓展外包业务扩展至包装、供应链设计、会展等领域;第二,扩展园区服务范围应改造省内老旧园区,要保持其仓储运输优势并拓展采购、逆向物流、流通加工等服务,将园区打造成先进供应链综合服务平台。

参考文献

[1]“十四五”数字经济发展规划[N].人民日报,2022-01-13(01).
[2]汪世乐.有关现代物流园区规划设计的几点思考[J].中国物流与采购,2023,(18):78-79.
[3]王蔷.城市物流对城市温室气体排放的影响及减排对策

[J].环境保护,2024,52(11):71-72.
[4]王辉坡,王利梅.京津冀区域经济发展水平影响智慧物流发展的空间计量分析[J].河北工程大学学报(社会科学版),2023,40(3):15-22.
[5]肖怀云.物流产业园助力地方产业结构升级研究——以江苏省盐城市为例[J].物流工程与管理,2022,44(2):110-112.
[6]王文凯,陈辉民.新质生产力赋能服务业绿色转型的内在逻辑和政策措施[J].中国流通经济,2024,38(9):92-103.
[7]许子皓.低碳,高质量发展加速器[N].中国电子报,2022-06-28(01).
[8]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.
[9]战勇,张晓琦.构建面向东盟的物流金融联盟[J].中国金融,2022,(4):89-91.
[10]柯雪妍.管理会计视角下现代物流园区经营效益提升研究[J].中国物流与采购,2024,(6):108-110.
[11]朱月友.“双碳”目标下物流企业绿色低碳发展路径研究[J].湖北经济学院学报(人文社会科学版),2023,20(5):52-55.
[12]全春光,程晓娟,戴恩勇,等.我国物流业低碳发展现状与对策分析[J].物流技术,2019,38(11):1-6.
[13]李勤玲.智慧物流园区建设方案和发展机制探赜[J].物流科技,2023,46(14):45-48.
[14]白延涛.加快推进中小企业数智化转型:实践要求与推进路径[J].价格理论与实践,2024,(5):71-76.
[15]王欣怡.老旧物流园区发展现状及升级改造对策研究[J].物流科技,2024,47(6):20-23.
[16]侯汉坡,袁园.供给侧结构性改革下中国降低物流成本的路径及对策研究[J].价格月刊,2021,(10):79-83.
[17]安春梅,张晓燕,窦占国.智慧物流园区建设发展策略研究[J].兰州文理学院学报(社会科学版),2022,38(1):76-81.
[18]潘黎峰.供应链协作视角下物流产业园区转型发展探讨——基于数字化转型能力[J].商业经济研究,2023,(19):108-111.
[19]何黎明.有效降低全社会物流成本的战略考量[J].中国流通经济,2024,38(6):3-11.
[20]崔晓慧,喻寅昀.数字化转型对物流企业全要素生产率的影响:理论机制与实证检验[J].商业经济研究,2024,(13):91-94.
[21]石培哲.新发展理念下区域物流能力测评及提升路径研究——以河南省为例[J].河南理工大学学报(社会科学版),2023,24(4):31-41.
[22]刘帅,武宇超.智慧物流园区对城市经济高质量发展影响研究——基于DID方法的实证分析[J].中国矿业大学学报(社会科学版),2023,25(6):105-124.
[23]张兰怡,徐艺诺,翁大维,等.经济高质量发展背景下中国省域物流业碳排放时空分异[J].环境科学,2024,45(9):5086-5096.

- [24] 王军,张毅,马骁. 数字经济、资源错配与全要素生产率[J]. 财贸研究,2022,33(11):10-26.
- [25] 潘东坤. 基于循环经济的绿色物流园区发展规划研究[J]. 物流工程与管理,2021,43(1):27-29.
- [26] 程刚,刘昊昱. 中国数字化与绿色化耦合协调发展的演变特征研究[J]. 河北工程大学学报(社会科学版),2024,41(2):36-46.
- [责任编辑 李 新]

Study on Influencing Factors of Low-Carbon Digital Intelligent Transformation of Logistics Parks in Hebei Province

WANG Hanxin, YANG Jitong

(School of Management, Hebei GEO University, Shijiazhuang, Hebei 050031, China)

Abstract: Logistics parks in Hebei Province have entered a stage of high-quality development in the era of digital economy. Low-carbon and digital-intelligent transformation is an effective way to achieve low-cost sustainable development of logistics parks. In order to find out the key factors influencing the low-carbon digital intelligent transformation of Hebei Province's logistics parks, this paper established 22 factors through field research and other methods, and established a corresponding index system. At the same time, DEMATEL-ISM model is used to analyze the logical relationship and mutual influence between each factor. The results show that there are eight key influencing factors, including carbon emission regulation policy, enterprise personnel transformation awareness, and so on. Therefore, this paper puts forward three strategic suggestions, namely, detailed policy system, technological transformation and upgrading of park equipment, and integration and optimization of park resources. Accordingly, through scientific and objective data analysis and specific transformation measures, the paper hopes to accelerate the realization of low-carbon and digital-intelligent transformation of logistics parks in Hebei Province.

Key Words: logistics park transformation; digital economy; DEMATEL-ISM model; green and low-carbon; digital intelligence