

引用格式: 张广胜, 张学优. 基于灰色关联—熵权—TOPSIS 法的区域物流网络空间布局研究——以山东省为例 [J]. 物流研究, 2023 (1): 32–40.

# 基于灰色关联—熵权—TOPSIS 法的 区域物流网络空间布局研究\*

——以山东省为例

张广胜<sup>1</sup> 张学优<sup>2</sup>

(1. 山东管理学院, 山东 济南 250357; 2. 蜜蜂 (山东) 智能装备有限公司, 山东 济南 250357)

**摘要:** 合理的区域物流网络建设与布局对提高地区物流产业水平具有重要作用。本文首先分析山东省区域物流现状与基础, 提出区域物流发展存在的主要问题。然后构建山东省区域物流网络评价指标体系, 利用灰色关联分析法确定关键影响因素; 进一步使用熵权—TOPSIS 法对山东省 16 个地级市进行分级排序, 将物流节点城市划分为三个等级, 即物流网络核心一级节点、重大作用二级节点以及辅助功能三级节点。最后将山东省区域物流网络空间构建为半岛物流区、中部物流区与南部物流区, 优化山东省区域物流产业格局, 提出各区域物流作用及针对性发展路径, 为山东省各区域的物流发展提供参考。

**关键词:** 区域物流网络; 空间布局; 灰色关联; 熵权—TOPSIS 法

**中图分类号:** F252

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096–8698 (2023) 02–0032–09

2022 年 1 月, 国家发展和改革委员会会同交通运输部、商务部等部门制定的《“十四五”现代流通体系建设规划》正式公布, 规划指出流通体系在国民经济中发挥着基础性作用, 国内循环和国际循环都离不开高效的现代流通体系。建设现代流通体系是构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的一项重要战略任务。近年来, 我国区域物流体系建设取得明显进展, 全国统一大市场加快建设, 商品和要素流通制度环境显著改善。但也要看到, 原本追求高质量集约发展的区域物流建设, 由于空间布局尚不能适应新形势要求, 还存在一些堵点亟待打通, 跨区域运行中存在成本高、效率低、环节多等问题。只有打通这些堵点、补齐相关短板, 才能构建新发展格局。物流网络建设与布局是影响当地物流发展的重要因素, 合理的物流网络对区域内各类产业发展具有重要价值, 而低效的物流网络不仅会导致物流资源浪费, 还将阻碍各个产业的有序发展。目前各个城市物流布局各自为

政, 建设了大量物流园区, 但由于前期各自功能定位不清晰, 规划目标同质化严重, 造成了城市物流间的无序竞争、资源浪费等问题。区域物流内部主体相互挤占资源, 制约了现代物流业的运作和发展, 因此建设和完善区域物流网络具有重要意义。

近年来, 山东省物流市场需求持续上升, 物流业增加值不断增长。2021 年全省社会物流总额 27.8 万亿元, 同比增长 18.3%。山东省现代物流体系建设不断完善, 物流市场需求结构加快调整, 运行效率稳步提升, 物流业呈现总体平稳、稳中有进的发展态势。山东省政府针对未来的物流发展不断制定针对性举措, 主要是优化物流业的发展环境, 加快区域物流构建, 扩大物流业融资渠道, 减少税费。如通过简化物流企业的行政审批手续, 加大对骨干物流企业信贷支持力度, 引导资金流向创新型物流企业, 增强省内物流企业竞争力; 通过建立重大项目储备库, 细化物流业统计标准, 严格执行物流优惠政策等有效措施, 解决物流业发展后顾之忧等。

收稿日期: 2022–10–27

通信作者: 张广胜 zgs\_88@163.com

基金项目: 国家社会科学基金一般项目 (21BJY227)

近年来, 国内外学者对区域物流研究展开了探索, 得出区域物流能够将区域间和区域内部物流活动、物流要素有机联系起来<sup>[1]</sup>。区域物流发展过程中应充分吸取过去因强调区域综合化, 最终造成重复建设和资源浪费严重的经验教训<sup>[2-3]</sup>。各地应根据物流资源要素禀赋比较优势进行合理区域分工, 确定物流发展定位, 积极与其他地方进行对接合作, 发挥区域协调合作优势, 形成优势互补或优势叠加<sup>[4]</sup>。王闰夏<sup>[5]</sup>通过轴辐理论将山东省 17 个城市划分为轴心城市 (3 个)、非轴心城市 (4 个) 以及其他城市, 并将其作为轴辐射区域物流网络的第三节点, 提出第一节点建设大型物流中心, 第二节点主打特色物流园区, 第三节点发展物流园区的发展策略。仇延昭和徐伟<sup>[6]</sup>以山东省 17 个城市在 2010—2017 年数据为研究对象, 借助引力模型和城市流强度分析, 测算山东省 17 个城市的区域物流辐射能力。金仁浩等<sup>[7]</sup>从全局对国内众多主要城市进行评价研究, 把研究对象推广到中国 37 个主要城市, 并且选择多个指标作为评价体系。徐超毅等<sup>[8]</sup>借助 SPSS 25.0 软件对 2016—2018 年山东省多个城市物流发展水平展开了综合分析与评价, 发现山东省物流发展水平地区差异比较明显, 地区平衡性有待提高, 并提出了对物流不发达城市可以通过扩大资金筹集渠道, 建立完善物流基础设施投资监管制度的发展思路。区域物流空间合作主要受土地利用、交通可达性、市场需求、政府政策等因素影响<sup>[9]</sup>。开展仓储运输业务需要大量土地, 不同国家物流业发展经验表明伴随物流仓储需求量的增加, 仓储设施数量不断减少, 单个物流设施辐射面越来越大<sup>[10]</sup>。交通可达性反映区域物流实现连通的可能性, 对于物流企业来说交通可达性是其选址的决定因素<sup>[11-13]</sup>。部分研究发现制造业空间转移和运作方式转变、全球贸易推进、电子商务等产业发展在区域物流重构和合作过程中发挥了重要作用<sup>[14]</sup>, 促进了区域物流协作、物流设施共享以及作业效率提升。最后, 区域物流协调同样需要政府支持, 政府角色与职能是影响区域物流发展的重要因素, 政府可以通过规划、激励等方式引导多主体合作行为, 促进形成现代区域物流体系<sup>[15-17]</sup>。学者们从物流基础设施规划、物流市场培育与进入、物流服务范围及价格制定等方面, 有针对性地给出了协调对策。

物流网络建设与布局是区域物流系统中重要的一环, 也是物流系统的基础环节。目前, 储存、运输、装卸等各项物流活动都是在区域物流网络内完

成的。实现现代物流快速发展, 首先就是要确定区域物流网络结构。然而, 由于目前山东省的区域物流网络尚在建设初期, 省内一些制约物流业发展的矛盾和问题还比较突出, 如行业主体发展尚不充分, 物流企业规模较小、专业化程度低以及区域互通不畅等问题。因此, 为了加快山东省物流业现代化的进度, 有必要对区域物流网络进行研究。本文依据山东省经济发展与各地物流发展水平, 明确物流中心的一级核心节点城市、二级重要节点城市以及三级辅助节点城市。通过建立一张较为完善的物流网络, 优化山东省区域物流产业格局, 提高山东省区域物流运作效率和经济水平。

## 1 研究方法设计与指标选取

### 1.1 方法设计

本文采用组合方法展开评价, 利用灰色关联分析法确定关键因素, 以熵权—TOPSIS 法开展山东省区域物流的综合评价。在确定指标权重因子时熵权—TOPSIS 法能够避免传统 TOPSIS 方法的主观因素缺陷, 体现解决方法的客观性。主要计算步骤如下。

步骤一: 计算灰色关联系数。设有  $n$  个待评价对象, 每个对象有  $m$  项评价指标。先规范化处理评价指标数据, 构成原始评价矩阵。令  $x_0$  为参考因素, 比较因素数列  $x_i$ ,  $i \in m$ 。由于各个评价指标序列具有不同的量纲和数量级, 故需要对各项指标进行归一化处理。第  $i$  个评估方案与正理想解和负理想解关于第  $k$  个指标的灰色关联系数计算公式如式 (1) 所示。

$$\gamma_{i0} = \frac{\Delta \min + \rho \Delta \max}{|x_i(k) - x_0(k)| + \rho \Delta \max} \quad (1)$$

式中:  $\rho$  取 0.5;  $\Delta \min = \min_i [\min_k |x_i(k) - x_0(k)|]$ ;

$$\Delta \max = \max_i [\max_k |x_i(k) - x_0(k)|]。$$

步骤二: 由熵权法确定指标权重。在确定评价指标权重时, 主观方法易产生偏差, 熵权法是由评价指标值确定指标权重的有效方法。第  $k$  个指标的熵值  $e_k$  如式 (2) 所示,  $p_{ik}$  如式 (3) 所示。

$$e_k = - \sum_{i=1}^m p_{ik} \ln p_{ik} / \ln m \quad (2)$$

$$p_{ik} = z_{ik} / \sum_{i=1}^m z_{ik} \quad (3)$$

式 (2)、式 (3) 中:  $p_{ik}$  为评价体系第  $k$  个指标下第  $i$  个方案的比重,  $z_{ik}$  为评价体系第  $k$  个指标下第  $i$  个方案的标准化值。

第  $k$  个指标的数据分散程度  $d_k$  表达式为  $d_k = 1 - e_k$  , 用熵权法计算第  $k$  项指标权重  $w_k$  , 如式 (4) 所示。

$$w_k = d_k / \sum_{k=1}^n d_k = (1 - e_k) / \sum_{k=1}^n (1 - e_k) \quad (4)$$

式中:  $w_k = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  , 满足  $\sum_{k=1}^n w_k = 1$  ,  $w_k \geq 0$  。

步骤三: 由 TOPSIS 法确定理想解。将归一化矩阵与权重  $w_k$  相乘, 构建加权规范化矩阵  $Y$  , 即  $y_{ik} = w_k \times p_{ik}$  。然后确定  $Y$  的正理想解  $Y^+$  和负理想解  $Y^-$  。其中,  $Y^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+)$  ,  $y_k^+ = \max(y_{ik})$  ;  $Y^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-)$  ,  $y_k^- = \min(y_{ik})$  。最后, 求解各个方案与正理想解  $Y^+$  和负理想解  $Y^-$  的欧式距离  $D_i^+$  和  $D_i^-$  , 如式 (5)、式 (6) 所示。

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{k=1}^m (y_{ik} - y_k^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{k=1}^m (y_{ik} - y_k^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

## 1.2 评价指标

### 1) 评价指标选取原则

实施区域物流建设布局, 需要通过量化分析对区域物流节点进行选址。因此第一步是筛选区域物流节点的影响因素, 要选出有典型特征, 能独立代表某一方面的指标。物流业一般受政策、经济、地理、技术及社会环境等多种因素影响, 为了找出关键影响指标因素, 需要对指标因素展开筛选。

第一是科学性, 即选取国内外能够科学反映区域物流发展水平的权威指标。第二是统一性, 所选指标要适用于区域物流所有节点。第三是典型性, 所选取指标因素要能明确反映区域经济或物流发展水平的某个方面。第四是可得性, 指标因素具体数据要便于搜集, 真实可靠。第五是互斥性, 各个指标因素互不重复, 内生性低。第六是数量适当, 指标选择数量要适中, 过多或过少都需要二次筛选。

### 2) 评价指标体系构建

按照以上指标选取原则, 本文选取区域物流指标参考值 (母序列) 为山东省社会物流总费用与 GDP 的比率。一直以来, “社会物流总费用与 GDP 的比率” 是国内外广泛采用的物流成本衡量指标。虽然部分学者认为我国社会物流总费用与 GDP 的比率过高, 单位 GDP 的物流消耗量较大, 并不适合作为与国外物流水平相比较的判断指标。然而, 本文仅针对山东省区域物流发展进行时间序列分析, 因此社会物流总费用与 GDP 的比率可以作为山东省物

流发展水平的判定指标。

区域物流特征序列为山东省的生产总值, 第三产业增加值, 人均地区生产总值, 主要港口吞吐量, 货运量, 海关进出口总额, 邮电业务总量, 一般公共预算收入, 公路通车总里程, 社会物流总额, 专利申请量, 专利授权量以及交通运输、仓储和邮政业从业人员数量。其中, 第三产业增加值体现山东省产业结构; 专利申请量和授权量体现地区科技发展水平; 主要港口吞吐量、社会物流总额、邮电业务总量、货运量与海关进出口总额共同反映山东省物流业发展水平; 交通运输、仓储和邮政业从业人员数量则是体现山东省物流业发展潜力情况; 公路通车总里程是物流业基础设施建设情况的体现。这些指标能够从政策、经济、科技等方面对山东省物流水平进行综合判定, 对山东省各地级市物流发展水平进行排序, 以便进行区域物流节点分级。由于特征序列指标因素较多, 接下来通过灰色关联分析筛选对区域物流发展影响较大的关键指标因素, 据此作为评估各区域节点物流水平的具体指标。

## 2 山东省区域物流发展存在的问题

“十四五” 阶段对山东省来说是一个重要时期, 是新发展格局下现代化物流转型升级的关键窗口。双循环新发展格局下山东省物流业发展受益于国际国内的驱动, 但外部环境依然复杂严峻, 风险仍然很多, 一定程度影响山东省区域物流的未来发展。新型冠状病毒肺炎疫情 (以下简称 “新冠肺炎疫情”) 带来的影响仍是十分广泛和持久的, 新冠肺炎疫情导致世界范围内经济发展极不稳定, 产生了一系列风险问题, 包括供应链断裂、能源危机以及物流集疏运受阻衍生出的物流成本增高、港口吞吐量下降等。新冠肺炎疫情下经济结构调整影响了我国国际货运业务, 出现了国际物流积压等问题, 特别是新冠肺炎疫情暴发初期, 部分城市生活物资短期内供给不够均衡, 农产品需要其他城市运输或者中转, 当前山东省农产品物流部分环节集约程度不足, 面向新发展阶段的新要求需要提供高质量物流服务。新冠肺炎疫情防控期间对物流运转效率要求更高, 物流业在阻断新冠肺炎疫情传播、保障重点疫区经济生活稳定起到不可忽视的作用。然而, 当前山东省区域物流网络构建和布局未制定明确的战略格局, 布局优化能够有效帮助山东省快速响应各地需求, 使各物流网络框架内资源相互协调, 统一调配, 极大程度上减少损耗, 并且各区域物



流内部都有主要枢纽城市分布, 可以最大限度提高山东省区域物流效率, 及时应对不确定性风险的影响。

新时期国内各地都致力于通过物流业抢占供应链核心环节, 物流行业竞争愈发激烈。当前山东省内存在的一些问题仍制约物流业发展, 省内物流企业大多是中小型企业, 专业性较低, 缺乏引领和带动。区域范围内发展格局仍不平衡, 各地域间存在“中轴强、两翼弱”“城市强、农村弱”现象, “最先一公里”和“最后一公里”堵点突出。以上原因导致山东省物流网络运输能力不足、各种运输方式衔接效率有待提高, 同时衔接联运时间仍比较长。村镇一级物流基础设施尚需完善, 综合性物流园区、公共配送中心等设施功能需要进一步优化, 值得关注的是部分地区和企业对现代物流重视程度不够, 物流人才供给匮乏, 仍采取以前的重建设轻运营、重设备轻技术的粗放型运营方式, 区域物流管理理念有待提升。

### 3 山东省区域物流网络的空间布局分析

#### 3.1 指标因素的灰色关联分析

灰色关联分析通过对比母序列与比较特征序列几何图形的相似程度来判断关联性, 适用于动态历程分析。通过《山东统计年鉴》、山东省政府工作

报告以及山东省发展和改革委员会的文件, 收集到 2008—2019 年母序列和特征序列数据, 其中, 2015 年、2016 年相关数据缺失。通过规划矩阵的灰色关联分析, 找到同山东省社会物流总费用与生产总值的比率相关性较高的数据, 为接下来分析做准备。各特征序列与母序列的关联系数如表 1 所示。

从表 1 可知, 对各评价项 10 年数据进行灰色关联分析, 以山东省社会物流总费用与 GDP 的比率作为母序列, 求解上述各评价项与母序列的关联度, 其中分辨系数为 0.5, 关联度值如表 2 所示, 用于接下来的区域物流布局关键指标的筛选判断。

根据对所有指标灰色关联分析, 可以发现对山东省社会物流总费用与 GDP 的比率关联影响较高的因素为: 公路通车总里程, 交通运输、仓储和邮政业从业人员数量, 货运量, 邮电业务总量, 海关进出口总额, 人均地区生产总值六大因素。因此, 选取这 6 个山东省区域物流关键因素作为评价指标, 对山东省 16 个地级市物流水平展开分析。为便于研究, 假设公路通车总里程为  $X_1$ , 交通运输、仓储和邮政业从业人员数量为  $X_2$ , 货运量为  $X_3$ , 邮电业务总量为  $X_4$ , 海关进出口总额为  $X_5$ , 人均地区生产总值为  $X_6$ 。

表 1 各特征序列与母序列的关联系数

年份	生产总值 (亿元)	专利 授权量 (件)	专利 申请量 (件)	海关 进出口 总额 (万美元)	一般公 共预算 收入 (万元)	社会物 流总额 (万亿 元)	货运量 (万吨)	主要港口 吞吐量 (万吨)	公路通车 总里程 (公里)	第三产业 增加值 (亿元)	人均地区 生产总值 (元)	邮电业务 总量 (亿元)	交通运输、 仓储和邮 政业从业 人员数量 (万人)
2008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2009	0.972	0.896	0.964	0.941	0.958	0.948	0.948	0.963	0.998	0.955	0.974	0.963	0.985
2010	0.897	0.712	0.867	0.917	0.847	0.847	0.914	0.876	0.976	0.858	0.904	0.872	0.954
2011	0.836	0.657	0.737	0.821	0.749	0.746	0.890	0.830	0.969	0.778	0.846	0.835	0.953
2012	0.793	0.558	0.668	0.801	0.680	0.695	0.866	0.783	0.945	0.718	0.805	0.854	0.946
2013	0.750	0.550	0.593	0.764	0.632	0.640	0.846	0.739	0.929	0.659	0.764	0.871	0.923
2014	0.704	0.560	0.573	0.731	0.582	0.597	0.934	0.687	0.891	0.605	0.720	0.970	0.893
2017	0.602	0.439	0.472	0.726	0.500	0.548	0.817	0.606	0.840	0.476	0.624	0.827	0.753
2018	0.582	0.359	0.433	0.686	0.480	0.524	0.787	0.582	0.832	0.447	0.605	0.535	0.761
2019	0.563	0.333	0.397	0.687	0.481	0.517	0.847	0.588	0.835	0.420	0.588	0.396	0.778

表 2 山东省各特征序列与母序列关联度值

评价项	关联度	排名
生产总值（亿元）	0.770	7
专利授权量（件）	0.606	13
专利申请量（件）	0.670	12
海关进出口总额（万美元）	0.808	5
一般公共预算收入（万元）	0.691	11
社会物流总额（万亿元）	0.706	9
货运量（万吨）	0.885	3
主要港口吞吐量（万吨）	0.765	8
公路通车总里程（公里）	0.922	1
第三产业增加值（亿元）	0.692	10
人均地区生产总值（元）	0.783	6
邮电业务总量（亿元）	0.812	4
交通运输、仓储和邮政业从业人员数量（万人）	0.895	2

3.2 山东省各市关键因素熵权—TOPSIS 法分析

根据上文中得出的六大指标，通过 TOPSIS 法计算出理想解，判断各研究对象与最理想解距离情况，

得到相对接近度  $C$  的数值，最后根据距离进行排序。与 TOPSIS 法不同，熵权—TOPSIS 法首先通过熵值法计算各评价指标权重，将权重与评价指标相乘，进而再通过 TOPSIS 法进行研究。本文使用熵权—TOPSIS 法对 16 个地级市进行选址分析，找出物流水平最高的城市，并按水平高低排序。由此开展熵权—TOPSIS 法分析前首先确定这六大影响因素对各地物流水平的影响相关情况。通过整理山东省相关指标数据，并利用 IBM SPSS Statistics 26 进行线性回归分析，发现除人均地区生产总值为负相关外，其他因素均为正相关，关键指标线性回归分析结果如表 3 所示。

由表 3 可以发现除人均地区生产总值 ( $X_6$ ) 为负相关外，其他五个因素均为正相关。利用 SPSSAU 对人均地区生产总值 ( $X_6$ ) 进行逆向化处理，由于各个指标单位及数据差异较大，需要进行无量纲化处理，对各指标进行区间化处理后再通过熵权—TOPSIS 法展开分析，权重、正负理想解结果如表 4、表 5 所示。

最终求得 TOPSIS 评价结果，即山东省各地级市物流水平排序，如表 6 所示。

表 3 关键指标线性回归分析结果

指标	非标准化系数 $B$	标准误差	标准化系数 $Bata$	$t$	显著性	共线性统计	
						容差	VIF
常量	0.089	0.16	—	0.557	0.607	—	—
$X_5$	0.000000002	0	0.574	1.566	0.192	0.078	12.771
$X_1$	0.00000056	0	0.734	0.669	0.540	0.009	114.629
$X_6$	-0.000002857	0	-2.531	-1.844	0.139	0.006	179.352
$X_2$	0.000006476	0	0.031	0.172	0.872	0.332	3.016
$X_4$	0.000002361	0	0.332	1.094	0.335	0.114	8.748
$X_3$	0.000000091	0	0.163	1.212	0.292	0.581	1.720

表 4 关键指标权重结果

关键指标	信息熵值 $e_k$	信息分散程度 $d_k$	权重系数 $w_k$
人均地区生产总值（元）	0.9927	0.0073	0.1457
公路通车总里程（公里）	0.9923	0.0077	0.1535
交通运输、仓储和邮政业从业人员数量（万人）	0.9906	0.0094	0.1869
货运量（万吨）	0.9905	0.0095	0.1886
邮电业务总量（亿元）	0.9902	0.0098	0.1951
海关进出口总额（万美元）	0.9934	0.0066	0.1303

表 5 关键指标正负理想解

关键指标	正理想解 $A^+$	负理想解 $A^-$
人均地区生产总值 (元)	0.291	0.146
公路通车总里程 (公里)	0.307	0.153
交通运输、仓储和邮政业从业人员数量 (万人)	0.374	0.187
货运量 (万吨)	0.377	0.189
邮电业务总量 (亿元)	0.390	0.195
海关进出口总额 (万美元)	0.261	0.130

表 6 山东省各地级市物流水平排序

地级市	正理想解距离 $D^+$	负理想解距离 $D^-$	相对接近度 $C$	排序结果
济南	0.192	0.280	0.593	3
青岛	0.167	0.339	0.670	1
淄博	0.326	0.121	0.270	13
枣庄	0.362	0.140	0.278	12
东营	0.401	0.027	0.064	16
烟台	0.237	0.184	0.437	7
潍坊	0.212	0.268	0.558	4
济宁	0.247	0.239	0.492	5
泰安	0.350	0.145	0.292	11
威海	0.375	0.061	0.139	15
日照	0.345	0.116	0.252	14
临沂	0.206	0.321	0.610	2
聊城	0.297	0.197	0.398	8
菏泽	0.279	0.221	0.442	6
滨州	0.329	0.137	0.293	10
德州	0.316	0.166	0.345	9

#### 4 山东省区域物流网络的空间布局结构

通过运用熵权—TOPSIS 法分析, 可以得出山东省各市物流水平由高到低排序为: 青岛、临沂、济南、潍坊、济宁、菏泽、烟台、聊城、德州、滨州、泰安、枣庄、淄博、日照、威海、东营。为了构建合理的山东省区域物流网络系统, 本文根据各市的物流水平和地理位置, 将物流节点城市划分为三个等级: 作为物流网络核心的一级节点; 有重大作用的二级节点; 具有辅助功能的三级节点。一级核心

节点是济南、青岛、临沂; 二级重要节点是潍坊、烟台、济宁、菏泽; 三级辅助节点是东营、聊城、淄博、德州、威海、滨州、泰安、枣庄、日照。针对山东省 16 市发展目标、战略规划和地理环境, 以经济水平和物流能力将山东省划分为半岛物流区、中部物流区以及南部物流区等三大省域物流区。其中, 半岛物流区是以青岛为核心, 辐射威海、潍坊、烟台。中部物流区是以济南为核心, 辐射淄博、东营、滨州、聊城、德州、泰安。南部物流区是以临沂为核心, 辐射济宁、日照、枣庄、菏泽。

山东省三大物流区通过区域物流网络建设后,构建“核心—核心通路”“核心—重点通路”“核心—辅助通路”,如图1所示。在山东省现有区域物流基础设施上,对“重点—辅助通路”“重点—重点通路”“辅助—辅助通路”增设水陆空和管道输送等物流运输方式。

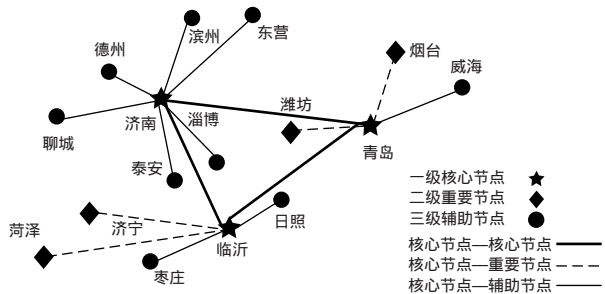


图1 山东省区域物流网络线路示意

如图1所示,区域物流网络由一级核心节点、二级重要节点和三级辅助节点以及节点间线路组成,主要以核心城市辐射范围为基础,依托山东省现有交通运输体系实施物流规划,在目前交通线路上重点增设铁路和高速公路网络,便于山东省的货物进出口与我国北方和内陆腹地城市的运输。同时,考虑到“菏泽—潍坊”线的物流通道体系已较为完善,可增加“潍坊—滨州”“潍坊—临沂”的运输路线,融合贯通省内三大物流区域,形成“三路并进”的区域物流网络,方便山东省与我国其他省份的陆路交通联系。区域物流通道使核心节点城市与重要节点城市、辅助节点城市的联系进一步加强,可实施统一的货物分拨配送,助力山东省区域经济发展。

## 5 山东省区域物流建设的优化策略

### 5.1 半岛物流区以港口优势为依托,发展为山东省对外国际窗口

山东省半岛物流区由青岛、威海、潍坊、烟台四座城市构成,核心节点青岛是“济南—青岛”双核发展战略的核心,能够对半岛物流区起到统筹引领作用。这四座城市均为港口主导型城市,在山东省物流网络建设中发挥对外贸易门户作用。通过考虑城市物流综合水平,按照各市腹地经济发达程度进行分级。通过节点物流通道连接构建一个主次分明、层次清晰、联结紧密的山东省半岛物流区,进而实现效益最大化。因此,把半岛物流区作为山东省对外贸易的国际物流窗口,发展现代化国际物流。以一级核心节点青岛为核心依托城市,与二级重要节点烟台、潍坊一起辐射威海,利用威海海洋优势,

同时辅以日照等港口城市配合,着重开发外向型物流功能,提高半岛物流区的对外物流和贸易辐射能力。

与此同时,作为山东省国际通道和港口的腹地,半岛物流区特点是港口资源丰富,港口物流能力升级是半岛物流区港口建设的重点。其中,以青岛港为山东半岛物流区港口中心,以潍坊港和烟台港为两翼,在威海港和日照港的协助下,建立山东半岛港口物流集疏运体系,实现区内港口协同合作,支持区域经济持续快速发展,并进一步扩大港口对内陆腹地的影响,将港口航运物流服务的影响力扩散至全国乃至世界范围。

### 5.2 中部物流区以枢纽建设为抓手,形成全国重要物流中转基地

在山东省三大物流区内,中部物流区是最重要的一部分,以省会城市济南实现山东省区域物流统筹规划。中部物流区以一级核心节点济南为核心,淄博、泰安、东营、滨州、聊城、德州六市为重点协作城市。区域内各城市以山东省强省会战略为着力点,在谋划自身发展的同时,辅助建设以济南为核心的中部物流区,配合济南连接省内各主要城市通道,进而在中部物流区建设一个辐射鲁、冀、豫、皖、苏五省的大型物流中转基地。通过省内现有综合陆运体系,构建中部区域物流的主要线路,特别是围绕京沪高铁的贯通线路。高铁通道可作为中部物流区连接京津冀经济圈的重点线路,同时辅以京台高速、滨德高速、青银高速等公路通道,便捷连接省内主要城市。同时,结合各城市的优势,如东营、滨州、聊城等地农产品资源丰富,可作为农产品物流中转站。作为三角洲中心的东营和滨州可以连接京津冀经济圈和山东半岛,促进中部物流区的危险品物流、冷链物流等专业化物流发展。中部物流区可根据本地的产业特点和优势,通过打造特色产业集群,建设部分物流基础设施,整改升级现有物流园区、配送中心,形成全国范围内重要物流中转基地。

以上规划需要大量资源支持,作为核心节点的济南,是山东省的政治、经济、文化中心,能统筹管理省内中部物流发展。在经济发展和疫情常态化背景下,物流业必然要实施现代化升级。中部物流区要率先转变经济发展结构,积极建设现代物流,为物流现代化打基础,最终成为配送物流体系强大、物流中转枢纽能力优良的综合特色物流区。



### 5.3 南部物流区以商贸联动为手段,推动物流业与商贸业深度融合

山东省南部物流区以临沂为核心,以济宁、菏泽为协同重点,以枣庄和日照为辅助物流区域。通过分析区域内各节点城市情况,适合积极发展商贸物流,可结合会展和电商等商业方式,扩大商贸流通范围,构建辐射华东、华北以及中原的商品流通集散地。南部物流区的核心节点临沂是我国北方重要的商贸产品集散地,随着网购经济普及繁荣,可以利用电商扩大鲁南地区商贸物流辐射范围,通过商贸带动物流的快速发展,提高商品流通速度。日照作为临港城市,已经具备了内陆与港口货物集散中心的物流基础。应当把铁路和公路作为纽带,与临沂紧密连接,加强经济与贸易联系,达到优势互补的目的。同时,利用济宁完善的物流设施扩大南部物流区商贸范围,提升南部物流区内部日照港口产业和国际海运业务发展,实现商贸业和物流业协同发展。枣庄、菏泽水运成本较低,可采取公铁水联运物流方式,提高物流效率,扩大其物流以及贸易的辐射面积,进而为电商物流发展提供帮助,并结合水运运量大、费用低等特点,建设并完善内河港大宗货物转运中心。

总体来说,山东省南部物流区各重要节点和辅助节点可根据自身产业和区位优势,在提高自身产业生产效率和科技水平的同时,在核心节点临沂发达的商贸经济带动下,扩大南部物流区商贸范围,提高物流服务能力,加强山东省对我国内陆腹地的商贸服务连接。

## 6 结语

随着山东省经济水平不断提高,区域物流发展环境显著改善,物流需求持续增加,但是各地级市物流发展水平不一,物流需求和供应仍不平衡。自2008年以来,虽然山东省GDP全国排名始终处于前列,但在效率提升方面没有突破,物流作为重要的“第三利润源”,在经济总量难以突破的情况下能够帮助区域经济实现高质量发展,通过协调山东省各城市物流发展,降低物流协同成本,提升山东省经济效益。

### 参考文献:

- [1] 海峰, 武兰芬, 张丽立. 发展区域物流推动区域经济发展[J]. 科技进步与对策, 2004 (9): 71-73.
- [2] 曹允春, 李彤, 林浩楠. 我国区域物流业高质量发展实

现路径——基于中国31个省市区的实证分析[J]. 商业研究, 2020 (12): 66-74.

- [3] 汪文生, 考晓璇. 高质量发展视角下环渤海地区物流效率测度研究——基于三阶段DEA模型[J]. 商业研究, 2021 (4): 75-84.
- [4] 王东方, 张华荣. 我国城市物流高质量发展失配度分析[J]. 中国流通经济, 2022 (9): 32-46.
- [5] 王闰夏. 基于轴辐理论的区域物流网络构建——根据山东省域数据的实证检验[J]. 商业经济研究, 2018 (6): 91-94.
- [6] 仇延昭, 徐伟. 基于轴辐理论的山东省区域物流网络的构建研究[J]. 物流工程与管理, 2019 (11): 9-12, 3.
- [7] 金仁浩, 曾国静, 赵朕. 我国主要城市物流业发展水平评价研究[J]. 物流工程与管理, 2020 (12): 11-13, 40.
- [8] 徐超毅, 徐宏进, 齐萌. 山东省城市物流发展水平综合评价研究[J]. 南阳理工学院学报, 2021 (4): 1-9.
- [9] 王健, 刘荷. 区域物流发展的影响因素研究——基于福建省的实证分析[J]. 华东经济管理, 2014 (3): 22-27.
- [10] GIULIANO G, KANG S. Spatial dynamics of the logistics industry: evidence from California [J]. Journal of Transport Geography, 2018, 66: 248-258.
- [11] HEUVEL F P V D, RIVERA L, DONSELAAR K H V, et al. Relationship between freight accessibility and logistics employment in US counties [J]. Transportation Research Part A: Policy & Practice, 2014 (1): 91-105.
- [12] HOLL A, MARIOTTI I. The geography of logistics firm location: the role of accessibility [J]. Networks & Spatial Economics, 2016 (1): 1-25.
- [13] 吴彪, 尹静, 柏寒苗, 等. 区域物流与新型城镇化发展互动关系测度[J]. 公路交通科技, 2022 (1): 160-166, 182.
- [14] 曹炳汝, 孔泽云, 邓莉娟. 长江经济带省域物流效率及时空演化研究[J]. 地理科学, 2019 (12): 1841-1848.
- [15] KETIKIDIS P H, KOH S C L, DIMITRIADIS N, et al. The use of information systems for logistics and supply chain management in South East Europe: current status and future direction [J]. Omega, 2008 (4): 592-599.
- [16] 戴德宝, 范体军, 安琪. 西部地区物流综合评价与协调发展研究[J]. 中国软科学, 2018 (1): 90-99.
- [17] 陈恒, 苏航, 魏修建. 我国物流业非均衡发展态势及协调发展路径[J]. 数量经济技术经济研究, 2019 (7): 81-98.



## [ 作者简介 ]



张广胜 (1986—), 男, 山东德州人, 副教授, 博士后, 研究方向: 物流系统设计与管理。



张学优 (1991—), 男, 山东济南人, 蜜蜂 (山东) 智能装备有限公司物流经理, 研究方向: 区域物流系统规划。

## Network Spatial Layout of Regional Logistics Based on Grey Correlation-Entropy Weight-Topsis Method: A Case Study of Shandong

ZHANG Guang-sheng<sup>1</sup>, ZHANG Xue-you<sup>2</sup>

(1. Shandong Management University, Jinan 250357, China;

2. Bee (Shandong) Intelligent Equipment Co., Ltd, Jinan 250357, China)

**Abstract:** Reasonable regional logistics network construction and layout have great value to improve the level of regional logistics industry. This paper analyzes the current situation and foundation of regional logistics in Shandong, and points out the main problems of regional logistics development. Then, constructs the evaluation index system of regional logistics network in Shandong, and determines key influencing factors by grey correlation analysis. Furthermore, uses entropy weight-topsis method to rank the 16 prefecture-level cities in Shandong, and divides logistics node cities into three levels, that is, the core first-level nodes of logistics network, the second-level nodes of major functions, and the third-level nodes of auxiliary functions. Finally, constructs regional logistics network space of Shandong into peninsula logistics area, central logistics area and southern logistics area, optimizes pattern of regional logistics industry in Shandong, and puts forward the role and targeted path of regional logistics, which provides reference for development of regional logistics in Shandong Province.

**Keywords:** Regional Logistics Network; Spatial Layout; Grey Correlation; Entropy Weight-Topsis Method