

# 区域物流生命力评价与时空演化研究

## ——以长江三角洲为例

尹阳<sup>1</sup>, 叶翀<sup>2</sup>

(1. 福州大学至诚学院, 福建福州 350002; 2. 福州大学经济与管理学院, 福建福州 350108)

**[摘要]** 为了进一步分析长江三角洲区域物流发展水平与空间差异、完善区域物流可持续发展的提升路径, 借助生命周期理论, 构建区域物流生命力指标体系。通过 Lotka-Volterra 模型分别计算出长江三角洲 41 个城市 2011—2021 年区域物流生命力指数, 探讨区域物流生命力及其构成指数的空间格局特征与规律; 通过空间自相关模型反映区域物流生命力时空演化格局, 为长江三角洲区域物流未来发展提供政策建议。研究发现: 2011—2021 年长江三角洲 41 个城市区域物流生命力呈上升趋势, 具有明显的地理空间分异特征; 41 个城市区域物流生命周期趋于成熟, 各类型区域物流呈现明显的时序差异性, 初级型区域逐步减少, 发育型与成熟型区域不断增加; 区域物流整体能力有序提升, 但空间关联性逐步呈现离散态势, 由一家独大转为区域协调发展。

**[关键词]** 生命周期理论; 区域物流; 生命力; 长江三角洲

**[中图分类号]** F 630. 5025

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1008-889X (2023) 06-0037-11

党的二十大报告提出要“加快建设现代化经济体系, 着力发展绿色经济, 着力推进区域协调发展, 推动第三产业经济实现质的有效提升和量的合理增长”<sup>[1]</sup>。作为我国经济高质量发展的第一梯队, 长江三角洲 41 个城市积极响应党和国家的号召, 大力发展物流产业经济, 推行区域物流生命力建设, 取得了一定的成果, 但总体情况仍不容乐观, 区域内各城市仍存在物流基础设施建设不均衡、物流经济步伐不一致、物流产业发展潜力不足等问题。鉴于此, 引入区域物流生命力模型, 分析区域物流生命力时空演化过程就显得尤为重要, 这对提高长江三角洲 41 个城市的区域物流生命力、促进区域物流产业可持续发展具有现实意义, 同时能够为我国其他区域物流生命力的均衡发展提供科学指导, 进而有效推动我国区域物流产业的高质量发展。

## 一、研究综述

### (一) 区域物流评价层面的研究

区域物流的理论基础来源于德裔学者艾伯

特·赫希曼的非均衡发展理论, 他认为, 经济增长过程实质是不平衡的, 理论上的平衡是不现实的<sup>[2]</sup>。国内外学者在研究物流区域的选择上, 大多数集中在国家与省域范围, Tian 等建立耦合协调度模型分析中国 31 个省自治区直辖市 2010—2019 年区域物流与生态环境耦合协调水平和影响因素, 得出中国区域物流与生态环境的协调发展仍处于较低水平, 呈现区域不平衡特征, 且表现出明显的空间相关性<sup>[3]</sup>; Almallki 等采用基于整数线性规划的优化模型, 在多种因素情况下分析沙特阿拉伯的区域物流枢纽与国际贸易节点的关系, 结果表明区域物流枢纽的模型构建是高度相关的<sup>[4]</sup>; 杨月锋等选取 16 个物流发展水平指标对中国 31 个省自治区直辖市物流发展状况进行因子聚类分析, 指出各省域物流的发展水平存在明显差距, 提升省域物流的竞争力水平会促进省域经济的可持续性发展<sup>[5]</sup>; 区域物流与经济的关系较为紧密, 大部分专家学者都秉持物流发展对经济增长有着重要推动作用的观点。范静基于 2010—2020 年重庆市、四川省的区域物流和区域经济发展数据, 构建协调度指标

**[收稿日期]** 2023-02-09

**[基金项目]** 国家社会科学基金项目 (19FJYB043)

**[作者简介]** 尹阳 (1987—) 女, 陕西西安人, 讲师, 硕士, 主要从事区域物流规划与管理、物流管理研究。

体系,运用熵权法和耦合协调度模型分析成渝双城经济圈区域物流和区域经济协同发展水平及趋势<sup>[6]</sup>;也有学者以某个产业为例进行区域物流评价,如张利基于灰色关联分析和复合系统协调度模型结合的方法,评价西部地区现代农业与区域物流共生发展的关系<sup>[7]</sup>。

## (二) 生命周期及生命力理论的研究

一般认为,生命周期指的是产品或者商品从其进入市场开始,到其最终退出市场的周期过程,并且这个过程深受客户需求变化的影响,一般将其分为导入期、成长期、成熟期、衰退期4个阶段<sup>[8]</sup>。目前生命周期理论的研究对象不仅仅是实体物品,还开始广泛应用在城市、企业、经济产业等各个领域。在生命周期的评价应用方面,赵雷雷介绍企业生命周期理论的起源与发展,对企业生命周期理论进行评述,对企业生命周期理论的研究趋势进行判断;李琢以企业生命周期为视角选取2013—2019年宏观经济景气程度样本,分析经济景气程度与物流企业可持续发展的相关性。同时,有学者将生命周期理论与物流碳排放结合起来,探讨绿色物流全过程,如缪小红等以生命周期法作为生鲜农产品冷链物流的碳足迹核算方法,以草莓冷链物流为实例进行计算,与常温下物流模式的碳排放进行对比,发现冷链模式有助于减少流通过程产生的温室气体排放量,降低能源消耗<sup>[9-11]</sup>。

同时,部分学者将生命周期理论更加深入化,用生命力及生命力指数进行体现,灵活运用空间和评价体系中。何谕等采用2008—2019年广东省20个城市村镇系统的空间面板数据,运用空间属性双聚类模型和ESDA方法剖析村镇系统生命力时空格局、区域类型和影响因素;Zhang等根据产品生命周期理论提出一种推荐算法,分析待推荐物品流行度的时间变化,并类比预测物品未来的流行度;Sun等基于全生命周期理论建立城市地下综合管廊全生命周期安全评价指标体系,构建灰色聚类评价模型评价综合管廊在全寿命周期内的安全性<sup>[12-14]</sup>。

综上所述,国内外学者从各自研究背景对区域物流生命力进行研究,取得了一定的研究成果,也为后续区域物流全面开展研究提供了文献基础,但也存在以下不足。首先,现有物流评价

研究较多集中在国家及省域层面,对特定区域视角下的物流研究相对较少;其次,在生命力评价方面,主要与生物、企业、城市等相结合,很少关注区域物流发展趋势。本研究拟从以下3个方面进行研究:(1)以长江三角洲41个城市为研究对象,以城市为观察视角开展区域物流分析。(2)基于生命周期理论对区域物流开展生命力研究,借助Lotka-Volterra模型分析区域物流生命周期类型,以定量方式考察区域物流动态发展。(3)加入时空因素,对区域物流生命力进行时空差异性分析,为区域物流的可持续发展提出建议。

## 二、研究方法 with 数据来源

### (一) 概念界定

生命周期理论源于生物科学的研究概念,最初本意用于表达生物经历出生、成长、佝偻、兴盛、衰退和死亡的整个生命过程,后来泛指自然界和人类社会各种客观事物的阶段性变化及其规律,是整个生命过程的规律与特征研究<sup>[15]</sup>。生命周期理论不断扩展,由此衍生出像城市、企业、经济产业等人文概念也都具有自身特定的生命周期,表现为规模、空间、时间与程度的维度上。生命力及生命力指数是生命周期理论的具体体现,是反映生命周期过程的外延表象。因此,区域物流生命力是在非均衡发展理论和生命周期理论的框架下,是物流产业在一定区域范围内出现、成长、兴盛、衰退和消亡的整个生命过程的具体体现,可以通过生命力指数对其进行测定与评判分析。文章立足区域物流生命周期的全过程,通过物流产业兴衰发展过程,参考何谕<sup>[12]</sup>、苏美蓉<sup>[16]</sup>等学者的研究成果,引入生命力概念,并从成长力、承载力和衰退力3个维度构建区域物流生命力指标体系。

### (二) 指标体系构建及变量说明

1. 指标体系。基于区域物流生命力模型,遵循科学性、可操作性原则,准则层选取了成长力、承载力和衰退力3个模块。(1)成长力是区域物流生命力发展演化的重要驱动,参考黄敦平等学者的研究<sup>[17]</sup>,选取城镇化率、第三产业增加值、GDP增长率、科研水平、城镇居民可

支配收入、物流产业集聚 6 个指标。(2) 承载力是区域物流生命力可持续发展的具体体现, 参考崔昊天、朱桃杏等学者的研究<sup>[18-19]</sup>, 选取物流运输里程、物流业从业人员、物流业固定资产投资额、货运量 4 个指标。(3) 衰退力是阻碍

区域物流生命力发展演化的负面影响, 参考梁雯等学者的研究<sup>[20]</sup>, 选取物流业能源消耗、人口外流指数 2 个指标, 构建区域物流生命力指标体系(见表 1)。

表 1 区域物流生命力指标体系

准则层	指标层	指标说明	属性
成长力	X1 城镇化率	城镇常住人口/城市总人口/%	正
	X2 第三产业增加值	万元	正
	X3 GDP 增长率	GDP 增长量/上一年 GDP 总量/%	正
	X4 科研水平	在校大学生数/万人	正
	X5 城镇居民可支配收入	元/人年	正
	X6 物流产业集聚	(地区物流业 GDP/地区 GDP)/(全国物流业 GDP/全国 GDP)	正
承载力	X7 物流运输里程	公路里程/万公里	正
	X8 物流业从业人员	万人	正
	X9 物流业固定资产投资额	万元	正
	X10 货运量	万吨	正
衰退力	X11 物流业能源消耗	万元 GDP 能源消耗(万吨/年)	负
	X12 人口外流指数	常住人口数量/农村户籍人口/%	负

2. 研究范围与数据来源。2019 年 12 月中共中央、国务院印发了《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》, 明确长江三角洲范围涵盖上海市、江苏省、浙江省和安徽省全域<sup>[21]</sup>。研究对象为长江三角洲三省一市全域, 具体包括: 上海、南京、无锡、徐州、常州、苏州、南通、连云港、淮安、盐城、扬州、镇江、泰州、宿迁、杭州、宁波、温州、绍兴、湖州、嘉兴、金华、衢州、舟山、台州、丽水、合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、池州、安庆、宣城、滁州、蚌埠、淮北、淮南、宿州、阜阳、亳州、六安、黄山 41 个城市。研究数据来源于 2012—2021 年《中国统计年鉴》、各省市统计年鉴、《中国能源统计年鉴》及《中国环境统计年鉴》, 缺失值通过插值法补齐。

(三) 研究方法

1. 区域物流生命力模型。考虑到区域物流生命力指标体系具有综合系统性和内在关联性的

特点, 对指标体系中原始数值的正向和负向指标归一化以及标准化处理, 在指标权重的确定方面, 采用熵值法与层次分析法(AHP)相结合的综合赋权方法确定指标合理权重, 并且准则层、指标层的判断矩阵均通过一致性检验; 在综合分值计算方面, 根据指标权重计算出区域物流生命力指数。区域物流生命力模型的公式为:

$$X_i = \sum_1^{\alpha} Y_{\alpha} P_{i\alpha} + \sum_1^{\beta} Y_{\beta} P_{i\beta} + \sum_1^{\gamma} Y_{\gamma} P_{i\gamma} \quad (1)$$

式中,  $X_i$  是  $i$  个区域物流生命力指数,  $P_{i\alpha}$ 、 $P_{i\beta}$ 、 $P_{i\gamma}$  分别为  $i$  区域的成长力、衰退力和承载力 3 个指标层中的  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  项指标的标准化数值,  $Y_{\alpha}$ 、 $Y_{\beta}$ 、 $Y_{\gamma}$  分别是  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  的指标权重。

2. 区域物流生命周期演化。20 世纪 40 年代, Lotka 和 Volterra 提出的种间竞争方程, 奠定了种间竞争关系的理论基础, 对现代生态学理论的发展有着重大影响。Lotka-Volterra 模型常常应用在产业经济学和生态学中群体之间共生、寄

生和竞争等相互关系的类比分析。采用 Lotka-Volterra 模型,能够构建指标体系法与特征指标法的耦合测度,科学有效地分析区域物流生命力的竞合关系,得到区域物流生命力综合评价结果,还能够分析区域物流生命力的时空演化趋势,辨析其区域物流生命力演化的驱动机制。参考翟炜等的城市生命力函数<sup>[22]</sup>,区域物流生命周期演化函数为:

$$\Omega = G_i(E_i - X_i)/E_i - D_i \quad (2)$$

$$G_i = \frac{1}{\alpha} \sum_1^{\alpha} P_{i\alpha}, E_i = \frac{1}{\gamma} \sum_1^{\gamma} P_{i\gamma}, D_i = \frac{1}{\beta} \sum_1^{\beta} P_{i\beta} \quad (3)$$

式(3)中,  $G_i$  为区域物流成长力指数,  $E_i$  为区域物流承载力指数,  $D_i$  为区域物流衰退力指数。

根据 Lotka-Volterra 模型所述,区域物流发展周期是由演化阶段构成的,假设演化阶段为  $t$ , 后面的演化阶段为  $t+1$ , 并且演化阶段  $t$  与相邻的  $t-1$  和  $t+1$  之间存在着生命周期演化的竞争关系。在此,采用自然断裂点分析法将区域物流生命力指数划分为 3 档:低度生命力、中度生命力和高度生命力,再依照生命周期演化函数  $\Omega$  正负性判断阶段的演化方向。若  $\Omega > 0$  时,低度、中度和高度生命力依次对应初期型、发育型和成熟型区域物流;若  $\Omega < 0$  时,低度生命力形成佝偻型区域物流,中度和高度生命力形成衰退型区域物流。

### 3. 空间自相关分析。

(1) 全局空间自相关。其指的是某一指标是否存在空间集群特征,用来检验事物是自相关还是随机分布,一般用全局 Moran's  $I$  表示。全局 Moran's  $I$  的计算公式为:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

全局 Moran's  $I$  的取值范围为  $[-1, 1]$ , 其中,  $n$  为样本数,即区域空间位置的个数。 $x_i$  和  $x_j$  分别是区域空间位置的量化值,  $\omega_{ij}$  表示区域空间位置  $i$  和  $j$  的空间权重,当  $i$  和  $j$  为临近的空间位置时,  $\omega_{ij} = 1$ ; 反之,  $\omega_{ij} = 0$ ,  $S_0$  是所有空间权重的聚合。

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \quad (5)$$

对于全局 Moran's  $I$ , 可以用标准化统计量  $Z$  来检验样本  $n$  是否存在空间自相关关系,  $Z$  的计算公式为:

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}} \quad (6)$$

式(6)中,  $E(I) = -1/(n-1)$  是全局 Moran's  $I$  的理论期望,  $\text{var}(I)$  为其理论方差。当  $Z$  值为正且显著时,表明存在正的空间自相关,即说明相似的观测值(高值 H 或者低值 L)趋于空间集聚;当  $Z$  值为负且显著时,表明存在负的空间自相关,相似的观测值趋于分散分布;当  $Z$  值为 0 时,观测值呈现独立随机分布。

(2) 局部空间自相关。为了识别局部空间自相关,计算出每个区域空间位置的局部空间自相关值。空间位置为  $i$  的局部 Moran's  $I$  的计算公式为:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S_1} \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (7)$$

$$S_1 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n (x_j - \bar{x})^2}{n-1} \quad (8)$$

局部 Moran's  $I$  的值大于数学期望,通过检验时,若  $I_i$  大于 0 时,表明局部区域为高高(HH)或低低(LL)的相似集聚区,反之,则表明局部是低高(LH)或高低(HL)的异常集聚区。

基于此,以长江三角洲 41 个城市 2011—2021 年相关数据为样本,根据评价指标体系,借助区域物流生命力模型测算生命力指数及成长力、承载力和衰退力指数,分析 41 个城市区域物流生命力情况;利用 Lotka-Volterra 模型测算区域物流生命周期演化指数,分析区域物流生命周期类型;最后根据空间自相关模型测算整体和局部空间自相关指数,多个维度反映长江三角洲 41 个城市区域物流生命力时空演化格局,并提供政策建议。

## 三、区域物流生命力分析

### (一) 区域物流生命力指数分析

#### 1. 区域物流生命力指数。基于 2011—2021



年长江三角洲 41 个城市的相关数据, 借助区域物流生命力模型测算出 41 个城市 2011—2021 年的区域物流生命力指数及 11 年综合指数均值, 在此

仅列出部分城市的 2011 年、2015 年、2019 年和 2021 年数值及 11 年指数平均值, 以探讨区域物流生命力指数的空间格局特征与规律 (见表 2)。

表 2 长江三角洲部分城市区域物流生命力指数

城市	2011	2015	2019	2021	指数均值
铜陵	0.164	0.179	0.214	0.248	0.201
池州	0.151	0.191	0.252	0.246	0.202
淮北	0.151	0.197	0.265	0.255	0.203
宿迁	0.185	0.195	0.214	0.222	0.204
马鞍山	0.138	0.200	0.260	0.258	0.207
衢州	0.208	0.191	0.251	0.258	0.218
舟山	0.319	0.343	0.382	0.344	0.343
无锡	0.311	0.327	0.369	0.384	0.344
常州	0.317	0.357	0.396	0.410	0.370
合肥	0.308	0.377	0.435	0.449	0.393
宁波	0.358	0.395	0.476	0.494	0.420
苏州	0.369	0.417	0.456	0.477	0.429
杭州	0.373	0.443	0.532	0.552	0.465
南京	0.411	0.466	0.506	0.526	0.477
上海	0.559	0.627	0.702	0.712	0.642
41 个城市均值	0.246	0.284	0.341	0.339	0.296

根据表 2 所示, 对长江三角洲整体的区域物流生命力指数进行详细分析, 结果可得:

(1) 从整体年度均值看, 长江三角洲区域物流生命力指数均呈现先上升后下降的趋势, 具有明显的时序差异性。其中, 2011—2015 年增速由 0.246 增长至 0.284, 年均增长率仅 3.66%, 偏于平缓; 2015—2019 年增速保持较快增长, 由 0.284 迅速提升至 0.341, 年均增长率达到 4.68%; 2019—2021 年区域物流生命力出现略微衰退, 由 0.341 回退到 0.339, 年均增长率为 -0.29%。长江三角洲作为我国开放程度最高、经济活力最强的区域, 整体区域物流生命力处于持续提升状态, 尤其是国务院在 2014 年 9 月发布《物流业发展中长期规划 (2014—2020 年)》以来, 长江三角洲物流基础设施不断完善, 政策环境愈发改善, 物流服务能力显著提升, 现代物流

产业体系初步形成; 2020 年受新冠疫情冲击, 产业链供应链受到影响, 物流保障能力有所降低。

(2) 从各城市生命力均值看, 长江三角洲区域物流生命力指数呈明显的空间分异特征。东部沿海区域城市基本高于 41 个城市平均值 0.296, 其中, 上海、南京、杭州、苏州、宁波位居前五, 城市生命力均值分别为 0.642、0.477、0.465、0.429 和 0.420; 而中西部区域城市的区域物流生命力基本都低于均值, 铜陵、池州、淮北、宿迁、马鞍山等位于后 5 位, 城市生命力均值分别为 0.201、0.202、0.203、0.204 和 0.207。这主要是由于东部沿海地区的自然要素组合优越、经济发达、人口密度高、交通便利、区域物流演化较为成熟, 其中上海区域物流生命力更是高达 0.642, 是末位铜陵的 3.19 倍; 中西部地区经济规模整体不高, 交通通达度

较差，区域物流生命力普遍在 0.201 ~ 0.270 范围内，区域物流演化较为初期；由于省会城市的虹吸效应，南京、合肥两市的区域物流生命力为 0.477 和 0.393，均远超周边城市，对周边城市物流发展有所影响。

2. 区域物流的成长力、承载力和衰退力指数。在 2011—2021 年观察期内，长江三角洲整体区域物流生命力指数的年均增长率为 3.26%，成长力指数的年均增长率为 3.54%，承载力指数年均增长率为

4.19%，衰退力指数年均增长率为 1.67%，这说明区域物流生命力指数的提升主要来源于承载力指数持续的高速增长。国家出台《物流业调整和振兴规划》后加大物流基础设施投入，建立布局合理、衔接顺畅、能力充分、高效便捷的综合交通运输体系，观察期内整体承载力指数维持高增长态势。为了更深入了解构成指数对区域物流生命力的影响，以 2011 年、2015 年、2019 年、2021 年部分城市进行分析（见表 3）。

表 3 长江三角洲部分城市的成长力、承载力和衰退力指数

年份	指数	安庆	马鞍山	铜陵	苏州	合肥	杭州	南京	上海	41 个城市均值
2011	成长力	0.102	0.176	0.216	0.312	0.340	0.366	0.488	0.488	0.240
	承载力	0.155	0.062	0.018	0.178	0.209	0.265	0.279	0.547	0.144
	衰退力	0.367	0.114	0.343	0.882	0.515	0.659	0.556	0.856	0.494
2015	成长力	0.156	0.226	0.207	0.376	0.397	0.424	0.498	0.549	0.274
	承载力	0.225	0.090	0.020	0.227	0.297	0.318	0.426	0.624	0.182
	衰退力	0.450	0.305	0.413	0.876	0.604	0.772	0.585	0.917	0.542
2019	成长力	0.269	0.308	0.239	0.457	0.484	0.508	0.596	0.660	0.344
	承载力	0.249	0.095	0.075	0.233	0.337	0.434	0.397	0.656	0.213
	衰退力	0.487	0.362	0.439	0.845	0.626	0.820	0.550	0.942	0.584
2021	成长力	0.253	0.306	0.291	0.460	0.505	0.511	0.597	0.709	0.340
	承载力	0.257	0.099	0.088	0.233	0.354	0.493	0.440	0.564	0.217
	衰退力	0.487	0.361	0.441	0.922	0.628	0.834	0.580	0.947	0.583

根据表 3 探讨成长力指数、承载力指数和衰退力指数的时序演化过程。结果可得：

（1）成长力指数。在 2011—2021 年观察期内，成长力指数增长率在不同时间区间上呈现较大分异，在 2011—2015 年成长力指数增长较为平缓，由 0.240 提升至 0.274，年均增长率仅 3.37%，主要受金融危机后期影响与国家现代物流业发展规划和政策落地的滞后效应，指数增长较为缓慢；2015—2019 年成长力指数进入高速增长期，由 0.274 增长至 0.344，年均增长率提升到 5.85%，主要是“十三五”时期中央与各地政府将大量资金投入补齐民生短板的基础设施建设与新兴产业，从而促进区域物流生命力的提高；而 2019—2021 年成长力指数呈现略微衰退，由 0.344 衰退至 0.340，年均增长率为 -0.58%，这主要是因为在新冠疫情持续冲击下，叠加地缘政治冲突加剧，全球经济产业链供

应链受到冲击。

（2）承载力指数。在 2011—2021 年观察期内，承载力指数整体呈现高速增长态势，指数由 2011 年的 0.144 提升至 2021 年的 0.217，总增幅高达 50.69%。这其中有 2 个城市尤为突出：一是排名始终位列前三的南京，承载力指数 2011 年为 0.279，2021 年为 0.440，总增幅为 57.71%；二是生命力指数均值排名最后的铜陵，在 2011—2021 年观察期内承载力指数由 2011 年 0.018 升至 2021 年的 0.088，年均增长率为 17.2%，总增幅为 388.89%，年均增速排名第一。这对长江三角洲的区域生命力可持续发展和区域协调发展具有重大意义，政府注重物流业发展综合协调机制，持续推行补民生短板、强链补链政策和城镇化改革，因为外溢效应，中西部区域的城市也可获得较好的发展机遇，实现区域协调发展。

(3) 衰退力指数。在 2011—2021 年观察期内, 大部分城市的衰退力指数呈现“上升—稳定”的趋势, 衰退力指数年均增长率保持在 1.67%。2011—2019 年期间的快速增长主要归功于我国在环境保护方面的积极作为, 鼓励采用环保节能型的运输工具和仓储设施, 提高运输效率及降低能源消耗和废气排放。值得注意的是, 2015—2019 年期间苏州与无锡两市出现负增长, 年均增长率分别为 -0.90% 和 -0.63%, 并在 2017、2018 年加剧下滑趋势。以苏州为例, 2015 年衰退力指数为 0.876, 2019 年仅 0.845, 降幅达到 3.54%, 主要原因在于产业结构不良导致能源消耗量过大, 工业用能占比接近终端能耗的 80%, 超过全国平均水平的 14%, 但从 2018 年开始, 苏州重视产业结构调整, 注重节能减排, 淘汰落后产能, 阵痛期后苏州衰退力指数在 2020 年出现好转, 衰退力提升至 0.965, 同比 2019 年提升 14.20%。

(二) 区域物流生命周期分析

文章前述部分对长江三角洲 41 个城市的生命力指数及其构成指数进行分析, 得到长江三角洲 41 个城市的区域物流生命力指数不一、物流水平存在差异。但由于区域物流生命力指数的局限性, 无法得到区域物流生命力随时间变化的动态结果。在此, 根据公式 (2) 测算出长江三角洲 41 个城市 2011—2021 年的生命周期演化函数结果, 以探讨区域物流生命周期演化情况及其时空格局 (见图 1)。

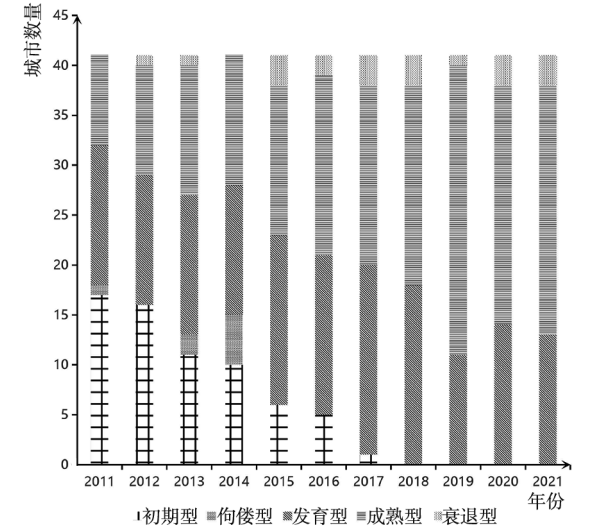


图 1 长江三角洲生命周期时空格局

根据图 1, 结合 Lotka-Volterra 模型分析其生命周期时空格局, 结果可得:

1. 从时间序列角度看。在 2011—2021 年观察期内, 长江三角洲 41 个城市区域物流生命周期整体趋势具有明显时序差异性, 总体上看由低度生命力向中高度生命力升级发展。整体来看初期型区域数量在逐渐减少, 由 2011 年的 17 个下降至 2021 年的 0 个, 相关区域演化为发育型区域和成熟型区域, 其中成熟型区域增长态势尤为明显, 由 2011 年的 9 个增加到 2021 年的 25 个。

具体来看, 整体演化进程可分为 3 个时期: 2011—2015 年区域物流生命力增速放缓期, 衰退型区域数量激增, 由 2011 年的 0 个增长到 2015 年的 3 个; 2015—2019 年区域物流生命力高速成长期, 成熟型区域呈翻倍式增长, 数量由 2015 年的 15 个增至 2019 年的 29 个; 2020—2021 年区域生命力负增长期, 但受益于前期茁壮成长为, 衰退型区域仅新增六安、盐城和阜阳 3 市, 其中六安和阜阳在 2015 年后处于衰退状态 (仅 2019 年指数回升), 而盐城在 2017 年后长期处于衰退状态。

2. 从空间演变布局看。在 2011—2021 年观察期内, 长江三角洲区域物流生命力周期呈现明显的空间分异特征, 东部区域的成熟型城市多于中心西部区域。在东部区域, 如上海、南京、杭州、苏州和宁波等经济发达城市, 区域物流生命力指数相对较高, 生命力状态处于比较旺盛阶段, 持续维持在成熟型阶段; 在西部区域, 丽水、池州、淮北和亳州等经济相对欠发达城市, 区域物流生命力指数较低, 生命力状态处于发育阶段, 大多处于初期型、发育型或僵死型阶段; 而在中部区域, 如扬州、泰州、芜湖、蚌埠等城市, 区域物流生命力指数适中, 但在观察期内由低度生命力向中高度生命力持续转变, 由发育型逐步向成熟型阶段转变。

四、空间关联特征分析

(一) 区域物流空间集聚效应分析

为进一步研究 2011—2021 年长江三角洲区域物流生命力指数空间集聚规律与演化特征, 运

用全局空间自相关模型测度 *Moran's I*，探索区域物流生命力与空间分布关联性。结果显示，生命力指数及其构成指数的全局 *Moran's I* 均通过显著性检验，*P* 值均小于 0.01，生命力指数及其构成指数的全局 *Moran's I* 值均大于 0，说明长江三角洲区域物流生命力指数的空间分布并未独立，而是存在正向的空间集聚效应（见表 4）。

表 4 全局空间自相关系数

年份	<i>Moran's I</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
2011	0.401 3	3.618 4	0.000 3
2012	0.378 4	3.411 5	0.000 6
2013	0.355 8	3.253 0	0.001 1
2014	0.379 4	3.403 1	0.000 7
2015	0.310 9	2.896 2	0.003 8
2016	0.334 1	3.091 4	0.002 0
2017	0.284 2	2.669 5	0.007 6
2018	0.344 9	3.155 5	0.001 6
2019	0.313 9	2.915 7	0.003 5
2020	0.312 6	2.864 0	0.004 2
2021	0.295 8	2.743 3	0.006 1

长江三角洲的全局 *Moran's I* 虽然在 2014 年、2016 年和 2018 年出现不同程度的反弹上涨，但总体来看呈现逐步下滑趋势，从 2011 年的 0.401 3 下降到 2021 年的 0.295 8，降幅达到 26.29%，说明长江三角洲 41 个城市的整体区域物流能力在有序提升，区域物流体系由初期一家独大转变为区域整体协调发展的格局态势。

（二）生命力指数空间关联性分析

了解长江三角洲整体空间分布相关性后，将通过局部 *Moran's I* 探究各个城市之间的关联性，根据生命力指数和城市间的关联性（聚类/异常），利用 ArcGIS 软件计算长江三角洲 41 个城市 2011—2021 年局部空间自相关结果，在此仅列出长江三角洲 2011 年、2015 年、2019 年、2021 年 4 个时间断面的局部空间自相关结果，探讨区域物流生命力指数局部空间自相关的时空格局（见图 2）。

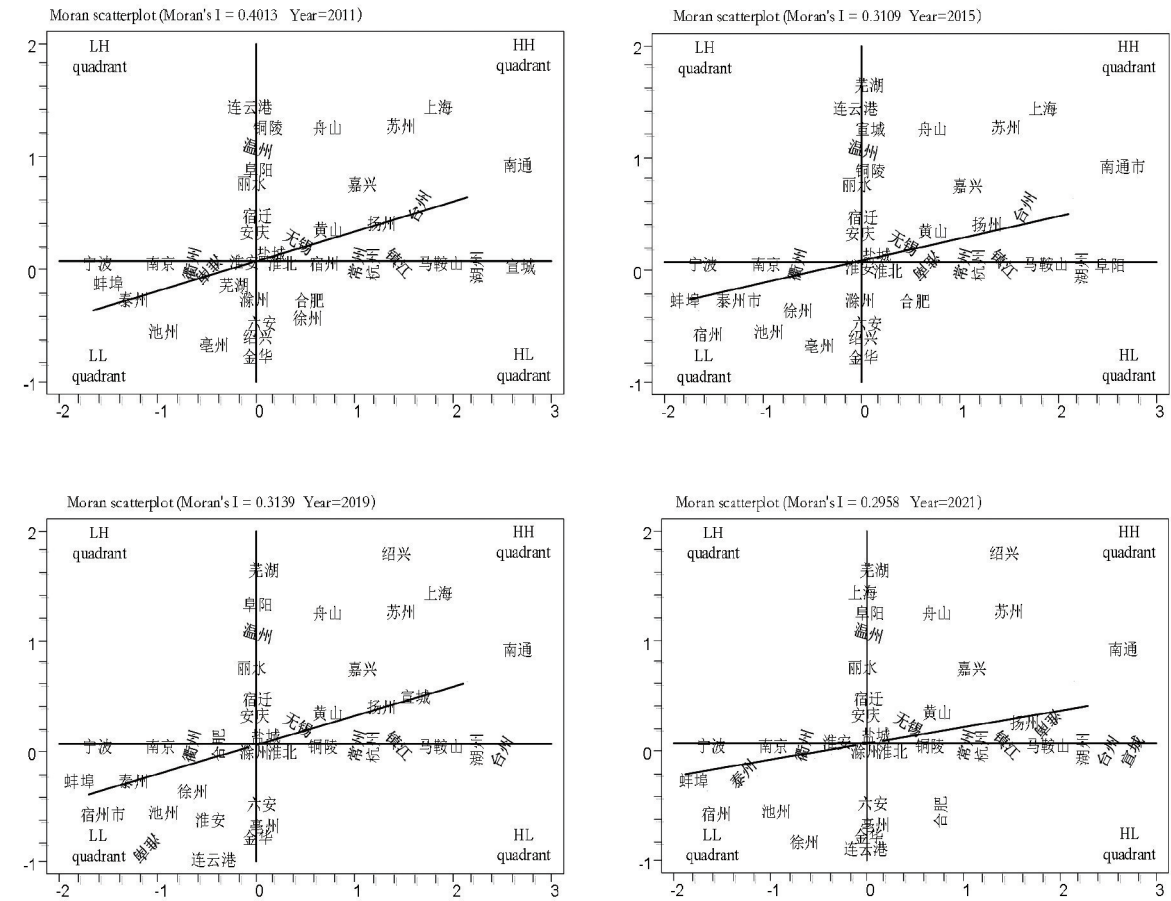


图 2 长江三角洲区域物流生命力局部自相关时空格局

投稿网址: <http://xuebao.jmu.edu.cn/>



根据图2, 长江三角洲区域物流生命力指数局部空间自相关时空格局只包含3种演化模式: 高高(HH)类型、高低(HL)类型和低低(LL)类型, 缺失低高(LH)类型。在2011—2021年整体观察期内区域物流生命力指数总体是增长的, 但个体间增速有所不同, 各城市的区域物流生命力依旧有高低之分。

1. 散点集中在第一象限的高高(HH)类型演化模式。该演化模式表明本区域物流与相邻区域物流生命力均相对较高, 呈现正相关的空间集聚效应。在2011—2021年观察期范围内, HH类型区域基本都是以上海为核心, 南通、苏州、舟山和嘉兴为辅的小范围高值聚集。主要在于上海依靠航空、港口发展外贸经济, 并伴随产业梯度转移, 上海与周边城市呈现良好的溢出效应, 促进地区物流协调和可持续发展。“十四五”时期之后, 国家规划提出建设现代物流体系, 优化国际物流通道, 加快形成内外联通、安全高效的物流网络; 要加强战略骨干通道建设。因此, 2019年HH类型区域向南扩展到绍兴市。

2. 散点集中在第四象限的高低(HL)类型演化模式。该演化模式表明本区域自身区域物流生命力较高, 但相邻区域物流生命力较低, 也就是高值城市被低值城市包围。典型城市是合肥市, 合肥作为安徽省会城市, 长期以来强省会战略下城市基础设施加强, 产业集聚发展迅猛, 区域物流能力得到快速加强, 加之虹吸效应的效果, 商品要素资源在范围内畅通流通, 导致周边城市物流生命力都较弱。

3. 散点集中在第三象限的低低(LL)类型演化模式。该演化模式表明本区域和相邻区域物流生命力均相对较低, 呈现正相关的空间集聚效应, 主要集中在安徽省中北部地区, 尤其以蚌埠市最为明显, 并扩展至徐州、淮安等地。蚌埠市位于安徽省中北部地区, 是长江三角洲区域的中西部城市, 2011年以来区域物流生命力长期处于低水平, 受限于前期积累较弱, 经过多年的发展仍无法追赶上东部沿海地区城市, 说明区域物流生命力受经济增速差异影响, 也进一步证明区位条件对区域物流的影响。

## 五、结论与政策建议

根据前述研究建立区域物流生命力指标体系, 利用区域物流生命力模型和Lotka-Volterra模型对2011—2021年长江三角洲41个城市进行生命力指数、生命周期进行测算, 并构建空间自相关模型分析长江三角洲整体和局部空间自相关程度, 探讨其时空演化特征与规律, 研究结果和政策建议如下。

### (一) 研究结果

1. 从区域物流生命力指数来看, 2011—2021年长江三角洲区域物流生命力整体呈上升趋势, 且有明显的地理空间分异特征, 东部沿海城市区域物流生命力远远高于长江三角洲内其他板块城市。上海、南京、杭州、合肥、苏州和宁波等经济发达城市的区域物流生命力指数相对较高, 生命力状态比较旺盛, 可归为第一梯队; 舟山、温州、徐州等东部沿海城市, 依托优越的区位优势, 良好的物流基础设施和外向型产业生态, 生命力状态处于成熟阶段, 可归为第二梯队; 铜陵、池州、淮北和宿迁等相对经济欠发达城市的区域物流生命力指数较低, 生命力状态处于初期阶段, 可归为第三梯队。

2. 从区域物流生命周期来看, 2011—2021年长江三角洲区域物流生命周期趋于成熟, 但各类型区域增速呈现明显的时序差异性。观察期内, 初级型区域逐年减少, 初期型区域由2011年的17个下降至2021年的0个, 发育型和成熟型区域不断增加, 成熟型区域增长态势尤为明显, 由2011年的9个增加到2021年的25个。2020年后受新冠疫情与地缘政治冲击等多重因素影响, 区域生命周期也受波及, 衰退型区域数量由1个增至3个。

3. 从空间自相关指数来看, 2011—2021年长江三角洲区域物流整体能力在有序提升, 空间关联性逐步呈现离散态势, 由一家独大转为区域协调发展。观察期内全局Moran's I值总体呈现逐步下滑趋势, 从2011年的0.4013下降到2021年的0.2958, 降幅达到26.29%; 区域物流空间关联性总体上呈现出逐步离散的态势, 由早期以上海为核心的局部地区一家独大, 渐渐转

变为整个长江三角洲整体协调发展。

## (二) 政策建议

1. 提高物流产业集聚水平。前述分析可得长江三角洲区域物流生命力整体较好且呈上升趋势,因此,要不断提高物流产业集聚水平,壮大物流产业,发挥物流产业的纽带作用,促进城市产业的良性循环与发展,为城市发展注入物流动能。上海、宁波、南京、杭州等城市,要推动物流技术创新,形成物流头部企业集聚,不断将先进的物流模式、物流技术与管理经验向外输出;其他城市要规划与规范物流产业发展,依托城市产业发展,逐步向先进地区学习,实现物流产业在空间和技术集聚。

2. 发挥涓滴效应带动发展。前文所述长江三角洲区域物流生命周期趋于成熟,各类型区域增速时空演化均存在明显差异。因此,要统筹长江三角洲物流协调发展,如上海、杭州、南京、宁波等东部城市经济发达,物流产业经过转型升级,实现物流技术的现代化、智能化手段改造;要通过发达的长江水系、高速公路和高铁体系,依托国际物流中心战略地位,发挥航空、港口、先进制造、电子商务等产业优势,实现区域物流整体的“扩散效应”,带动周边城市物流产业发展。

3. 加强差异化物流设施建设。前文所述长江三角洲区域物流生命力整体良好,且形成区域协调发展局面,因此,要统筹规划区域物流网络体系,形成差异化、多层次、立体化的物流设施建设。上海、宁波等物流生命力发达城市要在国际化视角下加强航运、港口、航空、物流等中心的建设,构建国际性区域物流城市;蚌埠、铜陵、淮北等物流欠发达城市,要在道路场站等基础设施建设和物流配送体系上发力,形成区域物流配送“微血管”,服务长江三角洲产业,服务县区、乡镇地区的农村物流。

## [参考文献]

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗: 在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告 [EB/OL]. (2022-10-16) [2022-12-10]. <http://www.gov.cn/>

投稿网址: <http://xuebao.jmu.edu.cn/>

[cn/gongbao/content/2022/content\\_5722378.htm](http://cn/gongbao/content/2022/content_5722378.htm).

- [2] 钟有林, 李霖友. 区域经济非均衡发展理论的演变与创新 [J]. 求索, 2009 (1): 40-41.
- [3] TIAN X B, CHEN P, LI J. Spatial econometric analysis of the level and influencing factors of coupling and coordination between regional logistics and the ecological environment in China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19 (22): 1-20.
- [4] ALMALKI M, ALKAHTANI M. Allocation of regional logistics hubs and assessing their contribution to Saudi Arabia's logistics performance index ranking [J]. Sustainability, 2022, 14 (12): 1-27.
- [5] 杨月锋, 赖永波. 31个省域物流业发展水平聚类分析与评价 [J]. 沈阳农业大学学报 (社会科学版), 2018, 20 (4): 413-418.
- [6] 范静. 成渝双城经济圈区域物流与区域经济协同发展研究 [J]. 中国储运, 2023 (3): 112-113.
- [7] 张利. 西部地区现代农业与区域物流共生发展评价 [J]. 商业经济研究, 2023 (4): 94-97.
- [8] 魏丽丝. 生命周期理论文献综述 [J]. 合作经济与科技, 2014 (24): 155-156.
- [9] 赵雷雷. 企业生命周期理论综述及简评 [J]. 纳税, 2018 (10): 256.
- [10] 李琢. 物流企业可持续发展与经济景气程度的相关性研究: 基于企业生命周期视角 [J]. 商业经济研究, 2021 (8): 98-101.
- [11] 缪小红, 周新年, 倪川, 等. 基于生命周期法的生鲜农产品供应链碳足迹分析 [J]. 兰州文理学院学报 (自然科学版), 2021, 35 (1): 24-29.
- [12] 何谕, 廖辉, 杨保清, 等. 广东省村镇系统生命力评价及影响因素分析 [J]. 地域研究与开发, 2021, 40 (6): 134-139.
- [13] ZHANG L, LIU X J. A novel recommendation algorithm based on product life cycle theory [J]. Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering, 2021, 21 (4): 969-988.
- [14] SUN S N, XU C Y, WANG A L, et al. Safety evaluation of urban underground utility tunnel with the grey clustering method based on the whole life cycle theory [J]. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2022, 21 (6): 2532-2544.
- [15] 王玉涛, 王丰川, 洪静兰, 等. 中国生命周期评价理论与实践研究进展及对策分析 [J]. 生态学报, 2016, 36 (22): 7179-7184.
- [16] 苏芙蓉, 杨志峰, 陈彬, 等. 城市生态系统现状评

- 价的生命力指数 [J]. 生态学报, 2008 (10): 5141-5148.
- [17] 黄敦平, 张建, 牛希臻. 山西省贫困县经济发展水平综合评价 [J]. 山西农业大学学报 (社会科学版), 2019, 18 (3): 37-42.
- [18] 崔昊天, 贺桂珍, 吕永龙, 等. 海岸带城市生态承载力综合评价: 以连云港市为例 [J]. 生态学报, 2020, 40 (8): 2567-2576.
- [19] 朱桃杏, 韩佳萌, 王慧. “双循环”格局下京津冀区域物流发展特征评价 [J]. 生态经济, 2022, 38 (10): 80-87.
- [20] 梁雯, 汪皖珍, 桂舒佳. 中国区域经济、区域物流与生态环境协同发展: 以长江经济带为例 [J]. 湖南工程学院学报 (社会科学版), 2022, 32 (4): 32-43.
- [21] 长江三角洲区域一体化发展规划纲要 [EB/OL]. (2019-12-01) [2022-12-10]. [http://www.gov.cn/zhengce/2019-12/01/content\\_5457442.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2019-12/01/content_5457442.htm).
- [22] 翟炜, 顾朝林. 生态学视角下的城市生命周期及其演替: 以北京市为例 [J]. 城市问题, 2016, (7): 30-37.

## Evaluation and Spatiotemporal Evolution of Regional Logistics Vitality: Taking the Yangtze River Delta as an Example

YIN Yang<sup>1</sup>, YE Chong<sup>2</sup>

(1. Fuzhou University Zhicheng College, Fuzhou 350002, China;

2. School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** In order to further analyze the regional logistics development and spatial differences in the Yangtze River Delta, improve the sustainable development path of regional logistics, based on the life cycle theory, an index system of regional logistics vitality is constructed, the 2011-2021 regional logistics vitality index of 41 cities in the Yangtze River Delta is calculated by Lotka-Volterra model, and the spatial pattern characteristics and rules of regional logistics vitality and its component index are discussed. The spatial autocorrelation model reflects the spatiotemporal evolution pattern of regional logistics vitality, and provides policy suggestions for the future development of regional logistics in the Yangtze River Delta. The results showed that the regional logistics vitality of 41 cities in the Yangtze River Delta showed an increasing trend from 2011 to 2021, with obvious geographical spatial differentiation. The life cycle of urban regional logistics tended to be mature, and each type of regions presented obvious temporal differences. The primary type of regional logistics gradually decreased, while the development type and mature type of regional logistics increased continuously. The overall capacity of regional logistics improved in an orderly way, but the spatial correlation gradually showed a discrete trend, from a dominant country to regional coordinated development.

**Key words:** life cycle theory; regional logistics; vitality; Yangtze River delta

(责任编辑 陈蒙腰)