

# 长江经济带冷链发展水平测度及时空演变分析\*

方新<sup>1</sup>, 彭艺丹<sup>2</sup>, 蔡继荣<sup>1</sup>

(1. 重庆工商大学 管理科学与工程学院, 重庆 400067; 2. 重庆交通大学 经济与管理学院, 重庆 400074)

**摘要:**长江经济带冷链物流发展对国家构建内外联通的“四横四纵”国家冷链物流骨干通道网络有重要的支撑作用。运用熵权法的政策体现式综合评价方法从3个维度构建指标体系, 测度各省市冷链发展水平并分析其时空演变特征。结果显示, 冷链物流综合发展水平呈上升趋势, 2020年前地区间差异逐渐减小, 之后地区间差异拉大。从时间维度看, 各省份冷链物流发展水平在时间维度上较为稳定, 上海、江苏和浙江一直稳居前三。从空间维度看, 长江经济带冷链发展水平大体呈“东高西低”的态势, 下游地区的冷链发展水平远高于中、上游地区。政策建议可以推动不同省份间的协同效应和互补性, 促进长江经济带区域一体化发展。

**关键词:**冷链物流; 长江经济带; 时空演变; 熵权法

**中图分类号:** F724.6; F259.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-0598(2026)03-0106-15

## 一、引言

随着人民生活水平的不断提升, 冷链物流作为保障食品药品安全、有效的重要手段, 其重要性日益凸显。“十五五”规划纲要明确提出“加强农产品市场和流通网络建设, 健全仓储保鲜和冷链物流体系”, 将发展将冷链物流纳入现代产业体系与全国统一大市场建设的重要任务, 要求其在保障供应链韧性、降低流通损耗、促进区域协调发展上发挥更大作用。

长江经济带作为我国重要的经济增长极, 其冷链物流发展水平直接关系区域经济竞争力和可持续发展能力<sup>[1]</sup>。测度长江经济带冷链发展水平, 可为规划布局和政策制定提供科学依据。已有研究表明, 冷链物流发展对区域农产品价格稳定性具有显著影响, 且存在明显的区域差异性<sup>[2]</sup>。长江经济带人口和

\* 收稿日期: 2024-03-24

**基金项目:** 国家社会科学基金西部项目(23XGL037)“数字经济背景下我国制造企业战略管理创新研究”

**作者简介:** 方新(1987—), 男, 安徽定远人; 博士, 重庆工商大学管理科学与工程学院副教授, 主要从事供应链管理研究。

彭艺丹(2002—), 女, 四川乐山人; 通信作者, 重庆交通大学经济与管理学院硕士研究生, 主要从事物流工程与管理研究。

蔡继荣(1968—), 男, 甘肃兰州人; 博士, 重庆工商大学管理科学与工程学院教授, 主要从事战略管理研究。

**本文引用格式:** 方新, 彭艺丹, 蔡继荣. 长江经济带冷链发展水平测度及时空演变分析[J]. 重庆工商大学学报(社会科学版), 2026, 43(3): 106-120.

GDP 均占全国的 40%以上,是国家实施“三大战略”的重点区域之一<sup>[3]</sup>。近年来,沿线省市在冷链基础设施建设、技术创新、标准制定等方面成效显著<sup>[4]</sup>。但因发展不平衡、资源配置不均,省市之间、城乡之间、产业链上下游之间冷链发展水平差异明显。本文通过构建评价体系定量测度,揭示造成差异的内在原因,为优化网络布局、提升运营效率提供支撑<sup>[5]</sup>。

从时空演变看,冷链物流发展是动态过程,其随区域经济协同、交通完善和信息技术应用,以及空间发展格局不断优化<sup>[6]</sup>。立足“十五五”开局与长江经济带高质量发展双重背景,精准量化冷链物流发展水平、识别时空分异特征、厘清短板瓶颈与驱动因素,既是对接国家冷链骨干通道优化布局的现实需要,也是推动东中西协同、城乡一体、产业联动的关键支撑,可为规划落地、政策优化、资源配置提供科学依据。

据此,本文以长江经济带 11 省市为研究对象,构建经济社会环境、冷链供需水平、冷链基础设施三维评价体系,采用熵权法的政策体现式综合评价模型,并利用 MapInfo Professional 软件进行 GIS 地图的时空演化分析,直观地展示长江经济带冷链物流发展水平的时空变化趋势和差异性,研究成果可为长江经济带冷链物流行业的发展提供了新的思路和方法。

## 二、文献综述

### (一) 冷链物流发展的相关研究

中国冷链现状<sup>[7]</sup>、冷链发展趋势<sup>[8]</sup>的研究揭示我国冷链物流发展面临一系列挑战。在农产品冷链物流发展指标体系构建方面,王奥和高洁<sup>[9]</sup>研究发现冷链物流发展提高了我国居民对高质量生鲜农产品的需求,但我国冷链发展空间差异大。郭明德和李红<sup>[10]</sup>指出 GDP 和农产品产值是关键影响因素,山东、广东冷链物流水平较高。

从冷链物流发展状况看,王延娜<sup>[11]</sup>从绿色发展角度研究了河南农业冷链问题。张蓉<sup>[12]</sup>提出利用“新零售”推动冷链全过程智慧化建设。黄颖秋<sup>[13]</sup>从城乡融合视角分析我国农产品冷链物流发展现状和存在的问题并给出建议,张喜才和李海玲(2020)<sup>[14]</sup>,岳嘉嘉<sup>[15]</sup>均对农产品现代冷链物流在大数据环境下的发展模式进行了深入探讨。

在冷链物流发展因素及其影响方面,杨斌等<sup>[16]</sup>给出低碳冷链物流发展水平的综合评价结果。王蕾和王赛<sup>[17]</sup>指出基础设施因素和信息平台建设对我国乳制品冷链物流发展的影响最大。杨丰滔<sup>[18]</sup>发现冷链物流的发展是提高我国农产品在国际市场上竞争力、建设贸易强国、推动国内外经济循环新发展格局的重要手段。孙晓云<sup>[19]</sup>建立冷链物流发展水平对农产品国际贸易进口和出口的影响效应实证计量模型,发现冷链物流的发展对我国农产品的国际贸易有很大的促进作用,但是不同类型的农产品在进出口方面取得的促进效果并不相同。张丽<sup>[2]</sup>基于长江经济带沿线省份 2017—2022 年的面板数据,实证分析了冷链物流发展对农产品价格稳定性的影响,发现冷链物流发展水平每提升 1%,农产品价格波动幅度降低 0.32%,且这种稳定作用在长江下游地区更为显著。综上,鲜有研究涉及长江经济带冷链物流发展及生鲜农产品等冷链物流测度评价体系,凸显本文的研究价值。

### (二) 物流发展水平测度方法的相关研究

在国外,Zarbakshnia 等<sup>[20]</sup>利用模糊决策试验与评价实验对主要准则之间的关系进行评价,再应用模糊分析网络过程对准则集进行加权,并通过模糊复合比例评价方法进行排序。Zhang 和 Kou<sup>[21]</sup>运用空

间自相关、冷热点分析、核密度估计等空间分析模型对长三角 A 级物流企业演化过程及时空分布特征进行了分析,并通过回归模型分析了长三角 A 级物流企业时空格局演变的主要驱动因素。Suki 等<sup>[22]</sup>通过截面相关性检验、单位根检验和协整等多项初步检验,就截面增强自回归分布滞后对变量之间的长期和短期关系进行了探讨,证实了物流绩效指数在经济增长和碳排放方面的重要性。

在国内,俞彤晖和崔许锋<sup>[23]</sup>使用基尼系数直观地展示中国现代流通体系建设水平的地区差异和差异来源。贾亚军<sup>[24]</sup>运用因子分析法对我国城乡商贸流通一体化的发展水平和影响因素进行了系统评估。唐建荣和戚梦圆<sup>[25]</sup>结合基尼系数及其分解方法,对我国物流业竞争力的区域差异及根源进行了分析并探讨了提升物流业竞争力的有效途径。孟勤珺等<sup>[26]</sup>通过客观赋权方法并采用证据推理模型对指标进行信息融合。孙磊等<sup>[27]</sup>利用全局熵值法构建“指标—时间—空间”的三维时序立体数据表进行水平测度。杨慧瀛和杨宏举<sup>[28]</sup>运用多指标面板分层因子分析法对我国物流业信息化水平进行测算。

### (三) 物流发展水平时空演变分析的相关研究

国内外学者从多角度分析时空演化。Chen 等<sup>[29]</sup>利用指数分析了中国各省绿色物流效率的空间相关性,发现中国绿色物流效率呈现出东高西低的地带性格局,并存在两极分化现象。Zhu<sup>[30]</sup>研究了当代物流与旅游协调发展中的寒热地区,研究表明现代物流与旅游协调性在东、中、西三个方向呈现下降趋势,东部各省在研究期间的变化不显著或不一致;中部大部分省(区、市)耦合协调性较低,上升趋势明显;除四川外,西部大部分省份呈不均衡下降趋势。Yang Z 等<sup>[31]</sup>分析物流设施的空间演化,发现随着城市公路网的完善,交通成本在空间上更加均衡。关于国外物流发展时空差异分析的文献也同样具有参考意义。例如,Giuliano 和 Kang<sup>[32]</sup>研究了 2003 年至 2013 年洛杉矶、旧金山、圣地亚哥和萨克拉门托的物流业区位优势,并将物流区位优势与人口和就业趋势进行了比较。Kumar 等<sup>[33]</sup>运用空间集群和计量经济学分析研究了美国大陆运输和物流集群区域的属性,发现交通和物流集群主要集中在大都市地区。

近几年,关于物流发展时空差异分析的文献,多聚焦长三角、环渤海等区域,或侧重绿色、乡村等视角。其中,周正柱和冯博文<sup>[34]</sup>分析了长三角城市群商品流通发展的总体趋势和城市间排序,在空间分布方面按照区域总体—区域内—区域间的顺序进行论述。甘卫华等<sup>[35]</sup>在论述我国物流业绿色发展福利水平时发现了时空正相关性,得出区域极化现象突出的结论。王琴梅和郭哲宇<sup>[36]</sup>在探讨我国乡村物流发展水平时发现,尽管四大板块之间的整体空间差异有所减小,但各板块内部的差异却在逐渐扩大,这已成为导致发展差距变化的主要原因。在韧性经济视角下,谢泗薪等<sup>[6]</sup>采用总体—局部的方式,对绿色物流在推动长江经济带高质量发展的时空差异性方面进行分析。刘宏伟等<sup>[37]</sup>将我国物流枢纽城市划分为西部、中部、东部三个地区进行时空差异分析。汪文生和考晓璇<sup>[38]</sup>指出高质量发展视角下区域内省市之间、省内各市之间、环渤海区域内部的物流效率差距显著,整体呈现多极化,但同一区域在时间维度上差距小。在时空演化研究方面,臧兴兵和杨文欢<sup>[39]</sup>运用超效率 SBM 与 Malmquist 指数模型,分析生鲜农产品冷链物流效率时空变化,并划分为四种类型,该研究为本文的空间演变分析提供了方法借鉴。

## 三、长江经济带冷链物流发展水平测度指标与数据处理

### (一) 发展水平评价指标体系构建

借鉴已有冷链物流发展水平测度文献<sup>[40-41]</sup>,从影响物流发展的外部环境和内部因素出发,构建了关

于经济社会环境、冷链供需水平、冷链基础设施三个维度共 14 个指标的长江经济带冷链物流发展水平测度指标体系,如表 1 所示。

### 1. 经济社会环境

经济社会环境维度选取地区人均 GDP、人均消费支出、地区年末人口数、财政扶持力度这 4 个指标对冷链物流发展水平的经济社会环境进行测度。

在冷链物流领域,地区人均 GDP 水平高意味着更多的消费需求和更高的消费能力,尤其是对于生鲜食品等需要冷链运输的价格相对较高的商品,具有负担价格的消费能力。人均消费支出则反映了居民消费水平和消费意愿,反映了一个地区的消费能力和对冷链物流服务的潜在需求,从而为冷链物流行业的发展提供重要参考。地区年末人口数直接影响到冷链物流的市场规模和需求量。财政扶持力度反映了政府对冷链物流行业发展的支持程度。

表 1 冷链物流发展水平测度指标体系

维度	具体指标	指标代码	单位	性质
经济社会环境(A)	地区人均 GDP	A1	元	正向
	人均消费支出	A2	元	正向
	地区年末人口数	A3	万人	正向
	财政扶持力度	A4	亿元	正向
冷链供需水平(B)	货运量	B1	万吨	正向
	公路里程	B2	公里	正向
	地区货物周转量	B3	亿吨/公里	正向
	进出口额	B4	亿元	正向
	电子商务销售额	B5	亿元	正向
冷链基础设施(C)	冷链企业数量	C1	个	正向
	冷冻、冷藏车数量	C2	辆	正向
	冷库容量	C3	万吨	正向
	企业信息化水平	C4	台	正向
	道路运输就业人员数	C5	人	正向

### 2. 冷链供需水平

冷链供需水平从货运量、公路里程、地区货物周转量、进出口额、电子商务销售额 5 个指标进行测度,反映市场需求、服务能力、发展成熟度与供需结构。

货运量反映冷链物流需求与运输能力,其增加通常意味着网络扩大和服务改善。公路里程体现冷链运输网络的覆盖范围与配送能力,是连接产地、仓储与销售点的重要基础。货物周转量衡量区域内冷链运输活动的强度与频率,有助于评估行业服务水平。进出口额反映冷链国际化程度与技术应用水平,进出口商品需求促使企业引入先进设备以提升效率和保鲜效果。电子商务销售额则体现线上生鲜等冷链商品的交易规模,揭示行业在电商领域的发展潜力与应用水平。

### 3. 冷链基础设施

冷链基础设施从冷链企业数量、冷冻冷藏车数量、冷库容量、企业信息化水平、道路运输就业人员数

5 个指标进行测度,反映行业的硬件条件与运营支撑能力。

冷链企业数量体现行业规模与竞争程度,数量增加通常意味着市场活力强、需求旺盛。冷冻冷藏车数量直接决定冷链运输能力,车辆充足有助于扩大冷链覆盖范围、保障商品新鲜度。冷库容量是储存保鲜的核心指标,充足的容量可确保温湿度可控、品质稳定。企业信息化水平反映技术应用与管理成熟度,高水平信息化可提升运营效率与全程可追溯性。道路运输就业人员数体现行业人力需求与就业规模,间接反映行业发展态势与服务保障能力。

## (二) 数据来源及处理

### 1. 数据来源

本文收集了 2017—2022 年长江经济带冷链物流发展水平评价指标的面板数据。数据主要来源于《中国统计年鉴(2018—2023)》《中国物流年鉴(2018—2023)》《中国冷链物流发展报告(2018—2023)》、中经网统计数据库和中冷联盟官网。其中,“财政扶持力度”指标为政府公共预算在交通运输方面的支出;“进出口额”指标是按目的地货源地进行分类的数据;“冷冻、冷藏车数量,冷库容量”指标为增幅数据;“企业信息化水平”指标通过企业在期末使用计算机的数量进行表示。针对某一年某一地区缺失的数据,采用线性插值法进行填补处理<sup>[40]</sup>。

### 2. 数据处理

采用基于熵权法的政策体现式综合评价方法,该方法相对于传统熵权法优势体现在考虑了政策环境。在政策的引导下修正指标权重,以更符合实际<sup>[43]</sup>。步骤如下:

第一步:构建指标体系,形成指标体系的数据矩阵:

$$R' = \begin{pmatrix} r'_{11} & r'_{12} & \cdots & r'_{1n} \\ r'_{21} & r'_{22} & \cdots & r'_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r'_{m1} & r'_{m2} & \cdots & r'_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

其中, $r'_{ij}$  指的是  $i$  省份指标  $j$  的值, $m$  为省份, $n$  为指标。

第二步:对每个指标的数据进行标准化处理,使得它们具有相同的量纲和范围,通常将其转化为 0 到 1 之间的数值:

$$j \text{ 为正向指标: } r_{ij} = \frac{r'_{ij} - \min_i(r'_{ij})}{\max_i(r'_{ij}) - \min_i(r'_{ij})} \quad (2)$$

$$j \text{ 为负向指标: } r_{ij} = \frac{\max_i(r'_{ij}) - r'_{ij}}{\max_i(r'_{ij}) - \min_i(r'_{ij})} \quad (3)$$

式(1)和式(2)中, $r_{ij}$  为标准化处理后的指标值,取值介于 0 和 1 之间, $\max_i(r'_{ij})$ 、 $\min_i(r'_{ij})$  分别表示各省份中指标  $j$  的最大值与最小值。

第三步:计算省份  $i$  指标  $j$  的比重:

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad (4)$$

第四步:基于标准化处理后的指标值,计算指标  $j$  的信息熵:

$$H_j = - [\ln(n)]^{-1} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}, i \in [1, n], j \in [1, m] \quad (5)$$

$H_j \in [0, 1]$ , 指标的信息熵值越大, 表明该指标的重要性越低, 应该分配的权重也就越小; 反之, 信息熵值越小, 表明该指标的重要性越高, 应分配的权重也就越大。

第五步: 确定指标权重。基于各指标的信息熵  $H_j$  值, 确定指标权重  $w_j$ :

$$w_j = \frac{1 - H_j}{\sum_{j=1}^m (1 - H_j)} \quad (6)$$

第六步: 计算长江经济带冷链物流发展水平。基于极值法处理的标准化指标值  $r_{ij}$  和熵权法确定的指标权重  $w_j$ , 运用多目标线性加权函数法计算各省份冷链物流发展水平:

$$Z_i = \sum_{j=1}^m w_j r_{ij} \quad (7)$$

式(7)中, 长江经济带冷链物流发展水平  $Z_i$  介于 0 和 1 之间,  $Z_i$  值越大, 对应省份的冷链物流发展水平越高; 反之, 冷链物流发展水平越低。

#### 四、长江经济带冷链物流发展水平测度结果与时空演变分析

##### (一) 综合发展水平分析

根据政策体现式综合评价方法计算得到 2017—2022 年长江经济带 11 个省市冷链物流发展水平, 结果如表 2 所示。

表 2 2017—2022 年长江经济带冷链物流发展水平

省市	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
上海	0.691 3	0.825 8	0.738 0	0.703 4	0.748 1	0.779 7
江苏	0.684 2	0.473 9	0.569 5	0.585 5	0.614 3	0.659 3
浙江	0.378 9	0.352 5	0.447 8	0.441 5	0.471 7	0.492 1
安徽	0.203 7	0.182 5	0.210 1	0.237 4	0.228 3	0.250 2
江西	0.091 9	0.083 5	0.101 0	0.127 6	0.120 5	0.151 0
湖北	0.202 9	0.188 5	0.229 8	0.218 9	0.223 7	0.258 6
湖南	0.164 9	0.173 8	0.195 7	0.189 9	0.270 6	0.205 6
重庆	0.169 6	0.158 3	0.180 3	0.164 5	0.151 0	0.177 2
四川	0.212 0	0.222 2	0.390 6	0.415 8	0.306 1	0.306 5
贵州	0.035 3	0.040 5	0.034 5	0.031 9	0.035 2	0.041 2
云南	0.066 5	0.090 7	0.089 4	0.120 2	0.132 6	0.119 4

根据表 2 的结果, 计算长江经济带冷链物流发展水平各年份的均值(图 1), 可以看出 2019 年后长江经济带平均物流发展水平在逐渐提高。出现这种现象的一种可能解释是政策指引, 根据《中国冷链物流发展报告(2019)》可知, 中央提出实施城乡冷链物流设施建设补短板工程, 国家层面出台的冷链相关政策超过 40 项, 地方政府出台超过 100 项, 从多维度指导推动冷链物流行业健康发展<sup>①</sup>。近年来, 我国实体

① 参见中国财富出版社《中国冷链物流发展报告(2019)》, 第 18—20 页。

经济的稳步复苏刺激冷链物流需求的大幅增长,从而提高宏观经济效率、降低成本,冷链物流实现“十四五”规划良好开局。

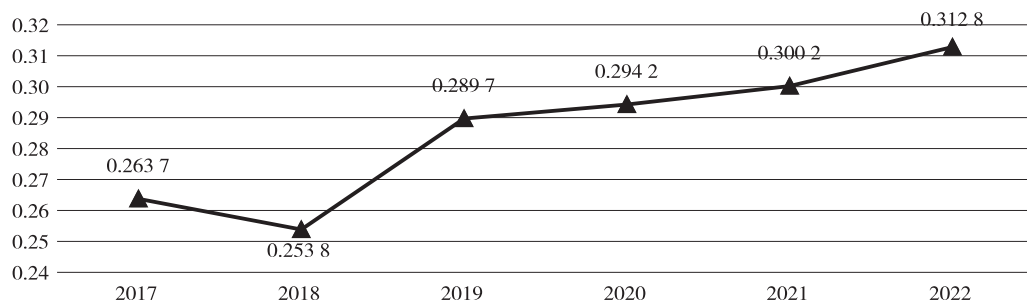


图 1 2017—2022 年长江经济带冷链物流发展水平的得分均值

图 2 展示了 2017—2022 年长江经济带冷链物流发展水平的标准差。总体上看,2017—2020 年长江经济带冷链物流发展水平各个地区之间差异逐渐减小。《中国冷链物流发展报告(2017)》提到 2017 年是冷链政策年,国务院联合多部委发布政策,部署推动冷链物流行业的健康发展<sup>①</sup>。政府对基础设施的重视促进了区域间产业协调;同时,产业结构调整推动部分产业由沿海向内陆转移,带动当地冷链发展,进一步缩小地区差距。2020 年差异降至最低,这一年我国率先实现经济正增长,物流运行稳定恢复。此后两年,地区差异开始拉大,各地经济结构、产业基础与资源配置的差异在公共卫生事件冲击下被放大,导致冷链物流发展水平的区域分化加剧。

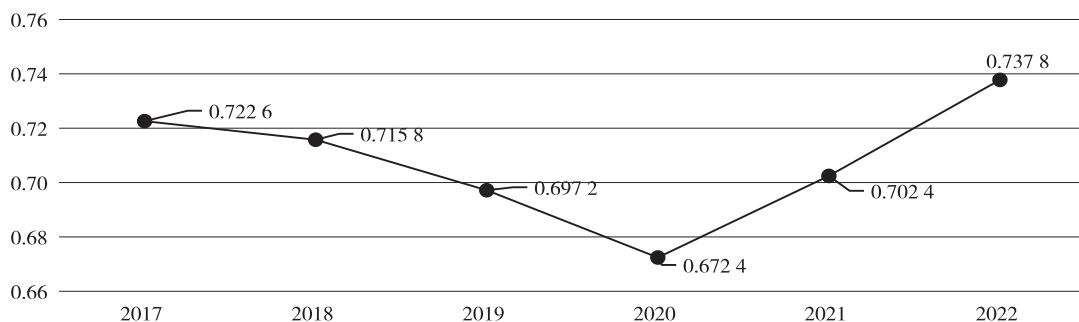


图 2 2017—2022 年长江经济带冷链物流发展水平的得分标准差

## (二) 冷链物流发展水平的时间演变分析

将长江经济带划分为长江下游地区(上海、江苏、浙江)、长江中游地区(安徽、江西、湖北、湖南)、长江上游区域(重庆、四川、贵州、云南),并绘制出 2017—2022 年长江经济带冷链物流发展趋势图(图 3)。

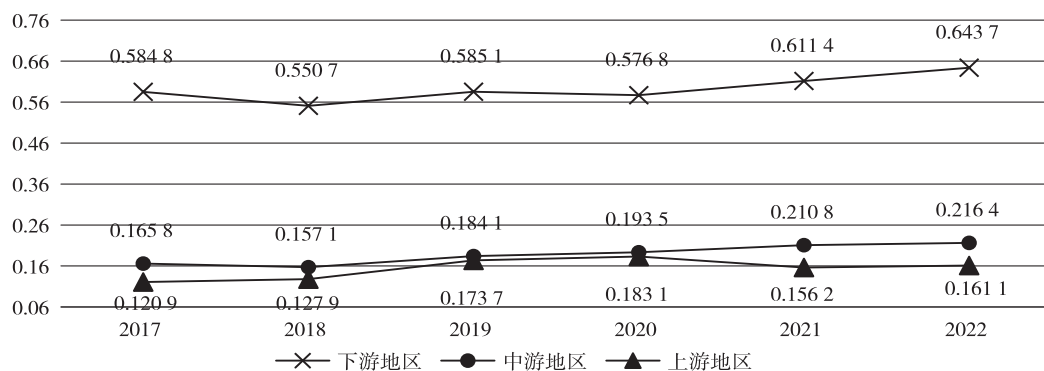


图 3 2017—2022 年长江经济带冷链物流发展趋势

<sup>①</sup> 参见中国财富出版社《中国冷链物流发展报告(2017)》,第 13—15 页。

可以看出,长江中游地区、上游地区冷链物流发展水平差距较小,尤其是在2019—2020年。这得益于2019年发布的《关于推动农商互联完善农产品供应链的通知》明确中央财政资金支持各地农产品产后商品化处理设施和冷链物流的比例不得低于70%。对确定支持的省(自治区、直辖市),分别支持2亿元。资金分两年安排,2019年每省(自治区、直辖市)支持1亿元,2020年根据工作开展情况再拨付剩余资金<sup>①</sup>。长江下游地区冷链物流发展水平整体高于其他区域,且在2020年后快速提升。

2022年长江下游地区的冷链物流发展处于最高水平,相较于最低点2018年的水平增长了约0.1个浮点值。为探究其原因,本文通过熵权法计算的 $p_{ij}$ 值(即省份 $i$ 指标 $j$ 的比重),构建出指标贡献率表示图(图4),展示出各个指标对冷链物流发展水平的影响效果。这里的 $p_{ij}$ 的值越小表示贡献率越低,反之贡献率越大。

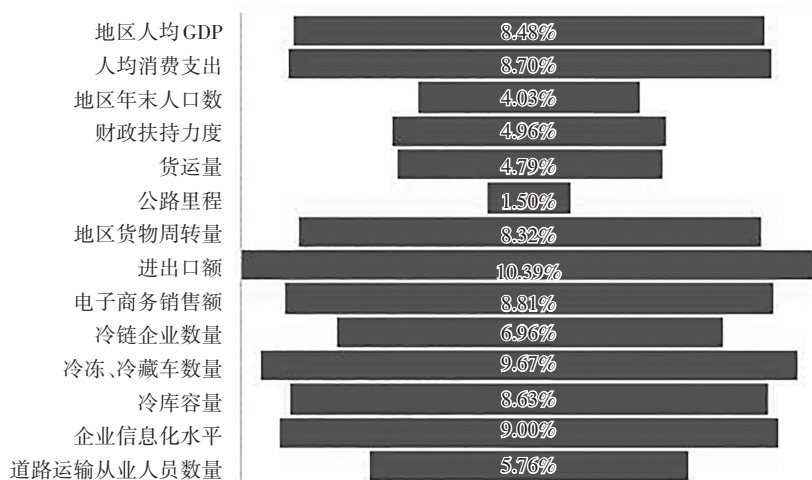


图4 2022年长江下游地区指标贡献率表示

从图4可以看出,影响长江下游区域冷链发展水平的重要因素是“进出口额”。根据《中国统计年鉴》中的数据发现,2022年长江下游地区年末进出口额相较于2017年多了13 636.4亿元。

同理,由图3可知,长江中游地区在考察期间的冷链物流发展水平从2019年开始平稳上升,在2022年达到最高水平。根据2022年长江中游地区指标贡献率表示图(图5)可知,“货运量”是导致这个结果的重要原因。根据《中国统计年鉴》中的数据发现,2022年长江中游地区年末货运量相较于2017年多了42 192万吨。

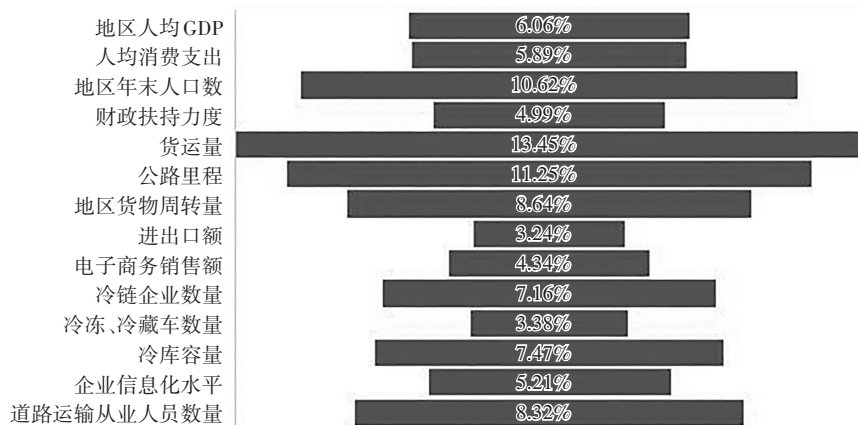


图5 2022年长江中游地区指标贡献率表示

<sup>①</sup> 参见财政部办公厅 商务部办公厅《关于推动农商互联完善农产品供应链的通知》(财办建[2019]69号)。

由图 3 可知,长江上游地区在考察期间的冷链物流发展水平大体呈现“上升—下降”态势,其中 2020 年是一个重要转折点。2020 年长江上游地区指标贡献率表示图(图 6)显示“电子商务销售额”贡献率最高。根据原始数据比较发现,2020 年长江上游地区电子商务销售额高达 68 779 亿元,比 2022 年高了 39 633 亿元。

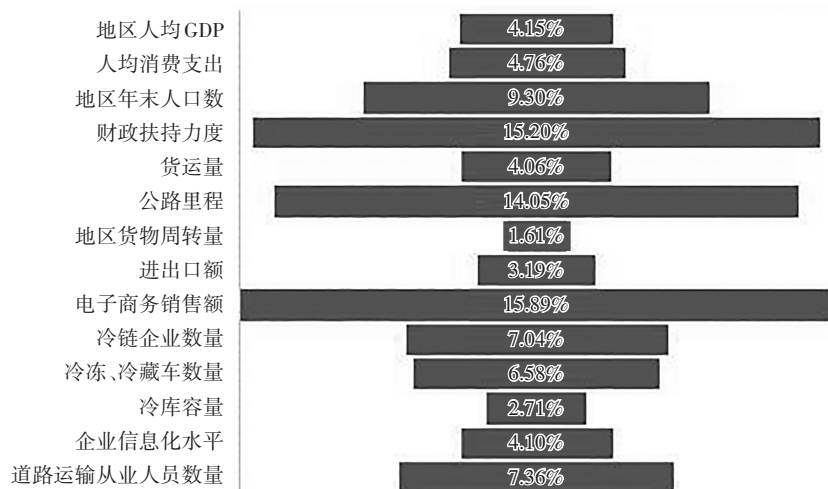


图 6 2020 年长江上游地区指标贡献率表示

表 3 计算出长江经济带冷链物流发展水平的排序,可知长江下游三个省份连续六年稳居前三,且一直是上海>江苏>浙江。长江下游地区具有经济发展水平高、冷链物流的交通网络和仓储设施完善、市场准入机制和制度环境成熟等良好的发展基础,所以其一直保持高水平发展。长江中游地区冷链物流发展水平整体高于上游地区,原因在于上游地区地理位置相对偏远,经济发展水平较低,交通网络相对较为落后、运输条件较差,并且吸引力不够、人才和技术资源相对较少,最终拖累了冷链物流的发展水平。

表 3 长江经济带各省市冷链物流发展水平排名

省市	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
上海	1	1	1	1	1	1
江苏	2	2	2	2	2	2
浙江	3	3	3	3	3	3
安徽	5	6	6	5	6	6
江西	9	10	9	9	10	9
湖北	6	5	5	6	7	5
湖南	8	7	7	7	5	7
重庆	7	8	8	8	8	8
四川	4	4	4	4	4	4
贵州	11	11	11	11	11	11
云南	10	9	10	10	9	10

从指标角度分析,图 7 展示了通过熵权法计算的指标权重  $w_j$  的指标贡献率,这里的指标权重越小则贡献率越小,表明该指标对该区域冷链物流发展水平的影响程度越小;反之,指标权重越大则贡献率越高,表示该指标对该区域冷链物流发展水平的影响力越大。

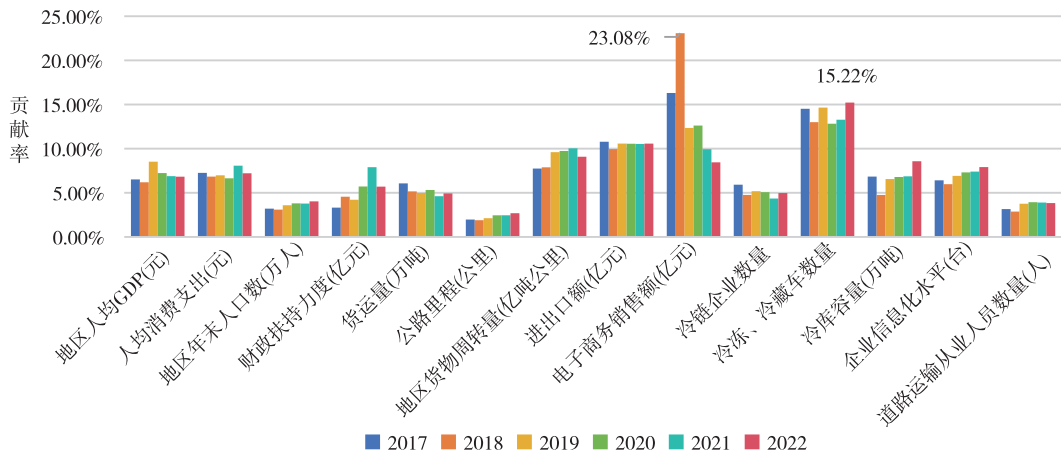


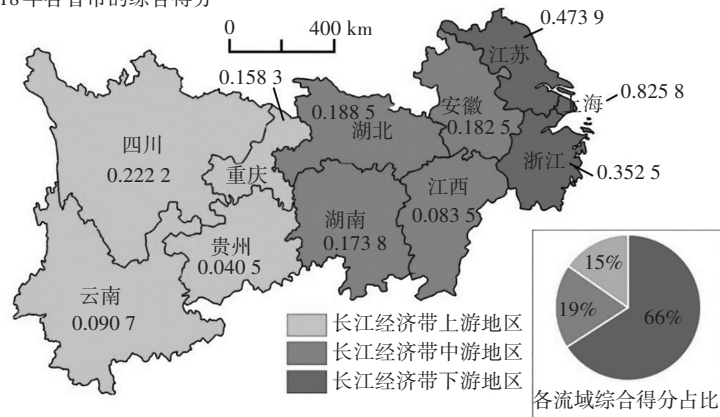
图 7 2017—2022 年指标贡献率表示

其中“电子商务销售额”在本次考察期对长江经济带冷链物流发展水平的影响程度最大,2018 年贡献率高达 23.08%。该区域农业资源丰富、经济发达、消费需求旺盛,尤其对生鲜食品、药品等冷链产品需求强烈,电商发展进一步推动了冷链需求增长。“冷冻、冷藏车数量”贡献率次之,约为 15%,其增加可满足高品质冷链需求、保障产品质量安全;同时,长江经济带产业集聚效应强,冷藏车数量提升有助于服务产业链各环节,提高冷链服务效率与质量。

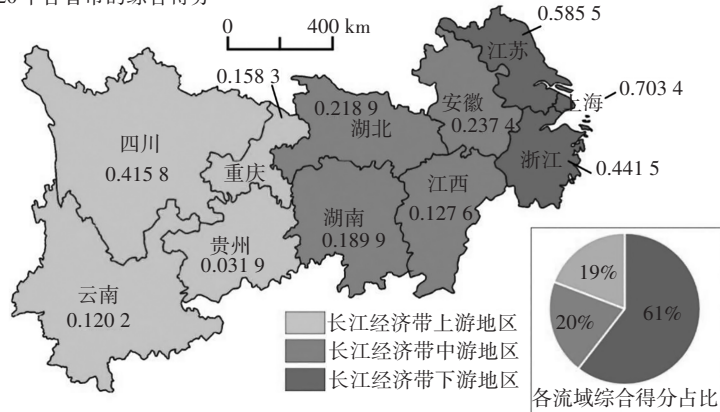
### (三) 冷链物流发展水平的空间演变分析

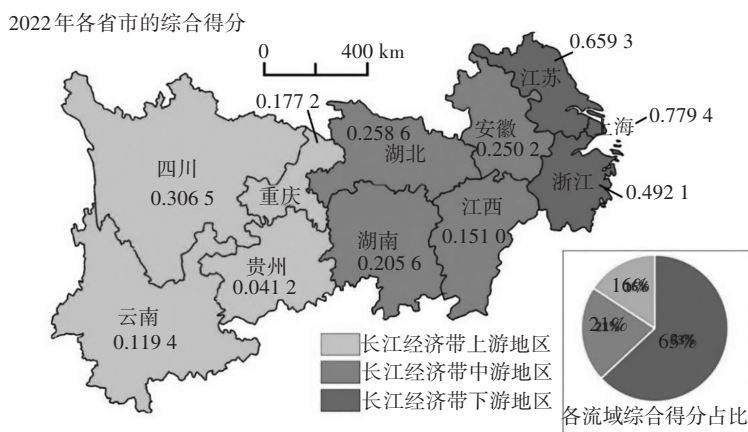
利用 MapInfo Professional 软件绘制出 2018 年、2020 年、2022 年长江经济带 11 个省市冷链物流发展水平综合得分的 GIS 图(图 8)。

2018 年各省市的综合得分



2020 年各省市的综合得分





注:审图号 GS(2016)1612 号。

图 8 长江经济带冷链物流发展水平空间差异 GIS

从地域上看,长江经济带下游地区冷链发展水平综合得分远高于中、上游地区,空间差距悬殊,整体呈“西低东高”的态势。下游地区的产业布局向东部的人口密集区集中。依托庞大的消费市场和产业集聚效应,经济发展水平提升,带动对生鲜食品、药品等需要冷链物流服务的产品的需求增长,冷链物流发展水平也相应提高。中、上游地区的综合得分占比始终低于 40%,不足整个长江经济带冷链物流发展一半水平;上游地区发展水平尤为缓慢,在 2018 年、2022 年与下游地区综合得分占比相差了 50%。

图 9 展示了长江经济带各省市的指标贡献率,上海市的冷链物流发展水平始终居首,其在经济发展水平、产业集聚效应、交通便利程度、政策支持力度、市场需求和人才及技术资源等方面具有明显优势,其中“冷冻、冷藏车数量”对上海冷链物流发展水平的贡献率高达 58%。对应地,贵州发展水平最低,主要受“公路里程”制约。该省地处西南,山地丘陵占 85%以上,公路建设困难,运输效率和成本受影响,进而制约冷链发展。

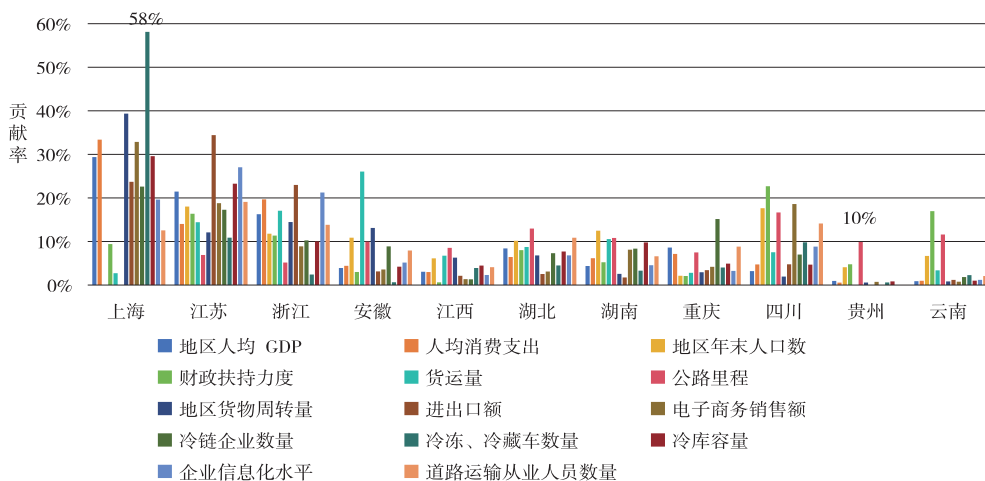


图 9 长江经济带各省市的指标贡献率表示

## 五、结论与建议

### (一) 研究结论

本文构建了长江经济带冷链物流发展水平的评价指标体系,运用基于熵权法的政策体现式综合评价

方法,对2017—2022年长江经济带11个省市的面板数据进行测度计算,从纵向时间和横向空间的角度对其进行分析,并结合实证得出以下结论。

### 1. 综合发展水平特征

整体呈上升趋势,2019年后长江经济带整体物流平均发展水平提升显著,发展态势向好。通过计算标准差,发现2017—2020年长江经济带冷链物流发展水平各个地区之间差异逐渐减小。但在2020年后差异开始拉大,这是由于不同地区的经济结构、产业结构和资源配置存在差异,这些结构性问题在公共卫生事件冲击下可能被放大,导致冷链物流发展水平的地区差异增大。

### 2. 冷链物流发展水平的时空演变特征

从地域角度分析,长江下游地区在考察期间的冷链物流发展水平在2020年后快速提升,其中“进出口额”的指标贡献率最大。中游地区从2019年开始平稳上升,其中“货运量”的指标贡献率最大。上游地区发展水平大体呈现“上升—下降”态势,2020年为转折点,其中“电子商务销售额”的指标贡献率最大。从省份角度分析,时间维度上各省份冷链物流发展水平较为稳定,长江下游三个省份连续六年稳居前三,排序为上海>江苏>浙江。从指标角度分析,“电子商务销售额”在本次考察期对长江经济带冷链物流发展水平的影响程度最大,尤其是在2018年,贡献率高达23.08%。“冷冻、冷藏车数量”对长江经济带冷链物流发展水平贡献率次之,约为15%。

### 3. 冷链物流发展水平的空间演变特征

从地域角度上看,长江经济带下游地区冷链发展水平综合得分远高于中上游,空间差距悬殊,呈“东高西低”的走势。其中,中上游地区得分占比始终低于40%,不足整体一半水平。上游地区发展水平尤为缓慢,在2018年、2022年与下游地区综合得分占比相差50%。从省份角度看,贵州是长江经济带冷链发展最落后的省份。从指标角度分析,上海市的冷链物流发展水平排名居首,受冷冻、冷藏车数量影响最大;贵州发展水平最低,主要受公路里程制约,山地丘陵占85%以上,公路建设困难。

## (二) 政策建议

基于研究结论,提出以下建议,旨在促进长江经济带冷链物流持续发展、缩小地区差异。

### 1. 针对综合发展水平特征的建议

为减小结构性问题带来的地区发展差异,促进长江经济带一体化协调发展,建议政府进一步推动冷链物流标准化建设,制定统一的技术规范和服务标准;制定具有区域针对性的冷链物流发展规划,明确各省市在长江经济带中的功能定位和分工;支持跨区域冷链物流网络建设,优化资源配置,减少重复投资;提供资金支持,包括设立专项基金、提供低息贷款等。与此同时,建议企业间建立合作关系,共享物流资源,实现规模效应;利用大数据、云计算等信息技术,优化库存管理、运输调度和供应链协同;细分市场,针对不同地区提供差异化的服务;根据地区的经济水平和市场需求进行差异化投资。

### 2. 针对时间演变特征的建议

由于长江下游区域冷链发展水平2020年后快速上升受“进出口额”影响最大,建议政府优化海关流程,提供便利化的贸易环境;加大对港口和边境口岸冷链基础设施投入。企业应提升冷链物流服务质量 and 效率,抓住政策优势,开拓国际市场。此外,“电子商务销售额”在本次考察期对长江经济带冷链物流发展水平的影响程度最大,因此建议建立区域性冷链产品电子商务交易市场,促进信息共享和交易便利化;企业利用电商平台拓展销售渠道,并通过用户反馈和数据分析,不断优化电子商务平台的服务和功能。

### 3. 针对空间演变特征的建议

为改变长江中上游地区发展落后的状况,建议政府提供财政补贴和税收优惠,吸引投资向中上游倾斜,在政策制定上给予中上游更多支持;引进和消化下游地区的先进技术和专业人才。特别地,为改善贵州省冷链物流发展水平低下的现状,建议贵州省优化交通网络规划,结合地形特点发展适合山区的冷链物流模式,如多级配送中心。针对由特殊地形引起的复杂气候,引入先进冷链物流技术和设备,如智能温控系统等,加强运输过程中对温度和湿度的把控。

### (三) 研究展望

后续研究可以从以下四个方面继续完善:一是指标体系构建方面,本文仅从三个维度选取了14个评价指标,可能未能全面涵盖影响冷链物流发展的各类因素,进而对测度结果的准确性产生一定影响。未来研究可在指标选取上更加多元,综合考虑更多维度的因素,使评价体系更为系统和完善。二是数据收集方面,本研究只考察了2017—2022年的数据,时间维度上跨度相对较短,可能会导致冷链物流发展趋势分析有所偏差。后续研究若能有更长时间跨度的数据支撑,将有助于时间演化分析的准确性。三是在时空差异分析的过程中,本文考虑到一些时政、地理、经济等客观环境因素的影响。然而由于认识深度有限,对数据背后复杂成因的剖析仍显浅显。四是研究视角有待拓展。未来可借鉴初汉芳等<sup>[44]</sup>的低碳视角,将碳排放效率纳入评价体系;也可参考马颖等<sup>[45]</sup>的风险评估方法,进一步探讨冷链物流运行风险对发展水平的影响机制。今后可参考相关领域专业人士的意见,并结合时政热点与区域背景,进一步挖掘数据所反映的深层规律。

### 参考文献:

- [1] 武菲,张昕川. 长江经济带发展战略定位的历史演进及思考[J]. 人民长江,2019(S1):6-8.
- [2] 张丽. 冷链物流发展对区域农产品价格稳定性的影响——基于长江经济带沿线省域的实证分析[J]. 商业经济研究,2025(2):99-102.
- [3] He S Y, Dong S Z. Research on the problems and solutions of green logistics development in the new era[J]. International Journal of Education and Teaching Research, 2021(1):115-117.
- [4] 陈绮. 我国冷链物流与经济耦合机制及其驱动因素[J]. 商业经济研究,2022(19):102-106.
- [5] 李玥,李成标. 长江经济带物流全要素生产率测度及时空演变[J]. 统计与决策,2018(19):109-113.
- [6] 谢泗薪,孙敏,秦皓. 绿色物流引领长江经济带高质量发展的时空差异及引领战略构建——基于韧性经济视角[J]. 中国流通经济,2022(9):17-31.
- [7] Dong Y, Xu M, Miller S A. Overview of cold chain development in China and methods of studying its environmental impacts [J]. Environmental Research Communications, 2021(12):122002.
- [8] Badia-Melis R, Mc Carthy U, Ruiz-Garcia L, et al. New trends in cold chain monitoring applications——a review[J]. Food Control, 2018(86):170-182.
- [9] 王奥,高洁. 冷链物流发展对生鲜农产品消费的影响——基于消费规模与消费价格视角[J]. 商业经济研究,2023(15):103-106.
- [10] 郭明德,李红. 农产品冷链物流发展水平评价——基于12典型省市数据分析[J]. 商业经济研究,2019(1):125-127.
- [11] 王延娜. 绿色发展理念下河南省农产品冷链物流发展研究[J]. 农业经济,2022(10):143-144.
- [12] 张蓉. 新零售时代生鲜农产品“智慧+冷链”物流发展路径探究[J]. 商业经济研究,2022(9):112-115.
- [13] 黄颖秋. 城乡融合视角下我国农产品冷链物流发展对策[J]. 商业经济研究,2021(21):135-138.
- [14] 张喜才,李海玲. 基于大数据的农产品现代冷链物流发展模式研究[J]. 科技管理研究,2020(7):234-240.

- [15] 岳嘉嘉. 基于大数据技术的农产品冷链物流发展模式探讨——评《农产品物流》[J]. 热带作物学报, 2020(9):1985-1986.
- [16] 杨斌, 韩佳伟, 杨霖, 等. 中国低碳冷链物流发展水平评价体系研究[J]. 智慧农业(中英文), 2023(1):44-51.
- [17] 王蕾, 王赛. 基于模糊层次分析法的我国乳制品冷链物流发展影响因素分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2022(10):1-8, 133.
- [18] 杨丰滔. 双循环视角下冷链物流发展对我国农产品国际贸易的影响——基于进口和出口的比较[J]. 商业经济研究, 2023(8):147-150.
- [19] 孙晓云. 新发展格局视域下冷链物流发展对农产品国际贸易的影响[J]. 商业经济研究, 2023(11):133-136.
- [20] Zarbakhshnia N, Govindan K, Kannan D, et al. Outsourcing logistics operations in circular economy towards to sustainable development goals[J]. Business Strategy and the Environment, 2023(1):134-162.
- [21] Zhang M, Kou Z. Spatio-temporal pattern evolution and driving factors of A-level logistics enterprises in Yangtze River Delta [J]. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 2023:e7980.
- [22] Suki N M, Sharif A, et al. The role of logistics performance for sustainable development in top Asian countries: Evidence from advance panelestimations[J]. Sustainable Development, 2021(4):595-606.
- [23] 俞彤晖, 崔许锋. 中国现代流通体系建设水平测度及时空演化特征研究[J]. 财贸研究, 2023(7):1-15.
- [24] 贾亚军. 城乡商贸流通一体化发展水平测度及其影响因素分析[J]. 商业经济研究, 2023(7):31-34.
- [25] 唐建荣, 戚梦圆. 区域物流业竞争力水平测度与影响因素分析[J]. 统计与决策, 2022(21):72-76.
- [26] 孟劲璐, 王应明, 叶菲菲. 我国物流业高质量发展水平测度与空间分布特征研究[J]. 工业技术经济, 2022(4):103-110.
- [27] 孙磊, 张树山, 郭坤. 中国物流产业智慧化水平测度及影响因素[J]. 中国流通经济, 2021(10):30-38.
- [28] 杨慧瀛, 杨宏举. 我国物流业信息化水平测度及区域差异[J]. 商业经济研究, 2021(13):98-102.
- [29] Chen B, Liu F, Gao Y, et al. Spatial and temporal evolution of green logistics efficiency in China and analysis of its motivation[J]. Environment, Development and Sustainability, 2024(2):2743-2774.
- [30] Zhu J, Zhu Z. The space-time evolution and driving mechanism of coordinated development of modern logistics industry and tourism industry[J]. Journal of Cleaner Production, 2023(423):138620.
- [31] Yang Z, Chen X, Pan R, et al. Exploring location factors of logistics facilities from a spatiotemporal perspective: A case study from Shanghai[J]. Journal of Transport Geography, 2022(100):103318.
- [32] Giuliano G, Kang S. Spatial dynamics of the logistics industry: evidence from California [J]. Journal of Transport Geography, 2018(66):248-258.
- [33] Kumar I, Zhalnin A, Kim A, et al. Transportation and logistics cluster competitive advantages in the US regions: a cross-sectional and spatio-temporal analysis[J]. Research in Transportation Economics, 2017(61):25-36.
- [34] 周正柱, 冯博文. 长三角城市群商品流通发展的时空演变特征、区域差异及分布动态演进[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2024(2):24-47.
- [35] 甘卫华, 刘亚楠, 黄舒莹. 我国物流业绿色发展福利水平时空演化及区域差异分析[J]. 商业经济研究, 2024(3):93-97.
- [36] 王琴梅, 郭哲宇. 我国乡村物流发展水平的时空差异及影响因素分析[J]. 调研世界, 2023(7):67-78.
- [37] 刘宏伟, 杨荣璐, 石红娟. 物流枢纽城市物流业效率时空差异及其收敛性[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2022(2):122-133.
- [38] 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.
- [39] 臧兴兵, 杨文欢. 生鲜农产品冷链物流效率时空演化与因素分解研究[J]. 中国商论, 2025(4):95-99.
- [40] 杨扬, 罗仲禹, 徐新扬. 基于云模型的“一带一路”沿线省份国际冷链物流发展水平评价研究[J]. 铁道运输与经济, 2024(3):99-106.
- [41] 杨霖, 杨斌, 任青山, 等. 中国智慧冷链发展水平评价及对策建议[J]. 智慧农业(中英文), 2023(1):22-33.

- [42] 刘鹏飞,黄仕元,刘慧,等. 线性插值法估算年径流总量控制率误差分析[J]. 水利规划与设计,2020(4):55-58.
- [43] 刘佳,芦风英. 福建省新型城镇化水平测度与时空差异分析[J]. 建筑经济,2020(S1):321-324.
- [44] 初汉芳,杨宇,姜心雨. 低碳视角下冷链物流效率的测度与提升策略研究——以长三角为例[J]. 物流科技,2025(24):147-150,176.
- [45] 马颖,隗雯露,王诗颖. 基于模糊 DBN 的生鲜冷链物流风险评估方法[J]. 交通信息与安全,2025(4):160-167,180.

## Measurement and Spatiotemporal Evolution of Cold Chain Development in the Yangtze River Economic Belt

FANG Xin<sup>1</sup>, PENG Yidan<sup>2</sup>, CAI Jirong<sup>1</sup>

(1. School of Management Science and Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China;

2. School of Economics and Management, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

**Abstract:** The development of cold chain logistics in the Yangtze River Economic Belt significantly supports China's efforts to build a nationally and internationally connected "four horizontal and four vertical" national cold chain logistics backbone network. This paper employs a policy-embedded comprehensive evaluation method based on the entropy weight method to construct an indicator system across three dimensions, measure the cold chain development level of each province and municipality, and analyze its spatiotemporal evolution characteristics. The results show that the overall development level of cold chain logistics exhibits an upward trend. Regional disparities gradually narrowed before 2020 but widened thereafter. Temporally, the cold chain development level of each province remained relatively stable over time, with Shanghai, Jiangsu, and Zhejiang consistently ranking in the top three. Spatially, the cold chain development level across the Yangtze River Economic Belt generally follows a pattern of "higher in the east and lower in the west", with the downstream region significantly outperforming the midstream and upstream regions. Policy recommendations based on these findings can promote synergies and complementarities among different provinces and facilitate the integrated regional development of the Yangtze River Economic Belt.

**Keywords:** cold chain logistics; Yangtze River Economic Belt; spatiotemporal evolution; entropy weight method

(责任编辑:杨 睿)