

郑沫利教授级高工主持“新时期粮食安全保障新趋势新对策研究”特约专栏文章之四

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.04.004

王笑丛, 杨玉苹, 冀浏果, 等. 熵权系数法在新时期粮食物流节点规划布局中的应用——以沿海通道为例[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(4): 23-27.

WANG X C, YANG Y P, JI L G, et al. Application of entropy weight method in planning and layout of grain logistics nodes in the new era ——Take the coastal channel as an example[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(4): 23-27.

# 熵权系数法在新时期粮食物流节点 规划布局中的应用 ——以沿海通道为例

王笑丛<sup>1</sup>, 杨玉苹<sup>1</sup>, 冀浏果<sup>2</sup>, 郑沫利<sup>1</sup>, 杨国蕾<sup>1</sup>✉

- (1. 国家粮食和物资储备局科学研究院 粮食产业技术经济研究所, 北京 100037;
2. 北京国贸东孚工程科技有限公司, 北京 100037)

**摘要:** 粮食物流节点是粮食物流体系的重要支撑, 采用合理方法确定粮食物流节点城市的层次, 是科学布局粮食物流节点的关键。随着“北粮南运”和“外粮内运”粮食流通格局的形成, 优化沿海通道粮食物流节点布局具有重要意义。在对粮食物流节点布局的相关研究的基础上, 构建了以物流需求、服务能力、运输设施、粮食产业经济和物流节点重要性五方面内容为一二级指标的指标体系, 采用熵权法得到粮食物流节点指标权重, 并计算沿海通道粮食物流节点发展指数, 从而对粮食物流通道布局优化提供政策建议。

**关键词:** 粮食物流; 节点优化; 规划布局; 沿海通道; 熵权系数法

中图分类号: F323.3; TS205 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2022)04-0023-05

网络首发时间: 2022-06-30 19:52:16

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20220629.1708.020.html>

## Application of Entropy Weight Method in Planning and Layout of Grain Logistics Nodes in the New Era ——Take the Coastal Channel as an Example

WANG Xiao-cong<sup>1</sup>, YANG Yu-ping<sup>1</sup>, JI Liu-guo<sup>2</sup>, ZHENG Mo-li<sup>1</sup>, YANG Guo-lei<sup>1</sup>✉

- (1. Institute of Grain Industry Technology and Economy, Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China;
2. Beijing Guomao Dongfu Engineering Technology Co., Ltd, Beijing 100037, China)

**Abstract:** Grain logistics nodes are an important part of the support of the grain logistics system. Using a reasonable method to determine the level of grain logistics node cities is the key to scientifically deploy grain logistics nodes. With the formation of the grain circulation pattern of “transportation of grains from the north to the south” and “transportation of foreign grains to the inside”, it is of great significance to optimize the

收稿日期: 2022-04-30

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (ZX2003)

Supported by: Fundamental Research Funds of non-profit Central Institutes (No. ZX2003)

作者简介: 王笑丛, 女, 1989年出生, 博士, 助理研究员, 研究方向为粮食安全保障战略与粮食产业经济研究。E-mail: wxc@ags.ac.cn.

通讯作者: 杨国蕾, 女, 1987年出生, 博士, 副研究员, 研究方向为粮食安全保障机制研究。E-mail: ygl@ags.ac.cn.

layout of grain logistics nodes in the “coastal channel”. Based on the related research of grain logistics node layout, we build the primary index of index system which includes the logistics demand, service capacity, transport facilities, food industry economy and logistics node importance, adopt the entropy weight method to get the index weight of grain logistics nodes, calculate the grain logistics nodes development index of the coastal channel, and provide policy suggestions to optimize the of grain logistics channel distribution.

**Key words:** grain logistics; node optimization; planning and layout; coastal channel; entropy weight method

随着相对种植成本等变化,长江以南粮食产量不断减少,我国粮食生产重心逐渐向东北、华北地区集聚。东三省主粮产量占比从 2000 年的 11.5% 上升到 2020 年的 20.4%,浙江、福建、广东产粮占比从 2000 年的 2.6%、1.8%、3.8% 下降到 2020 年的 0.9%、0.8%、1.9%。同时,南方人口不断增多,粮食需求和缺口逐渐增大。由此,“北粮南运”格局基本形成。“北粮南运”粮食物流发展水平成为保证全国粮食市场供求平衡、保障粮食安全的重要因素之一。

沿海通道作为“四横、八纵”粮食物流重点通道之一,经过 4 个粮食主产区和 6 个主销区,承载着“北粮南运”重要使命。沿海通道物流节点的规划和发展不仅关系着我国区域粮食安全,也关系到区域经济发展与社会稳定。如何合理布局沿海通道物流节点,提高粮食物流效率,降低粮食物流成本,是完善我国粮食物流体系重点问题。

粮食物流节点通道布局的影响因素很多,如何确定权重是科学确定节点层次的关键。高源(2007)构建东北经济区粮食物流评价体系,征询专家意见拟定各因素权重<sup>[1]</sup>。孟玲和曹有挥(2009)采用特尔菲法经专家建议确定了各评价因素的权重,为苏州粮食物流节点空间优化提供了依据<sup>[2]</sup>。王东方等(2018年)采用改进的熵权系数法测算了中欧班列节点城市物流业发展水平<sup>[3]</sup>。李利华和王轩(2020年)运用熵权系数法测算了省域物流集群竞争力水平指数,为省域物流发展提供参考<sup>[4]</sup>。山红梅(2018年)实证分析论证了熵权系数法在评估物流服务质量时具有准确性与合理性<sup>[5]</sup>。这些研究为粮食物流节点通道布局优化提供了方法借鉴。其中,区别于主观赋值法,熵权法具有一定的客观性,精度也相对较高,常用来计算出指标权重,为多指标综合评价提供依

据。由此,本文将统筹考虑粮食生产、流通和消费以及粮食安全产业带发展需要,采用熵权系数法计算粮食物流节点发展指数,为沿海通道粮食物流节点布局优化提供科学支撑。

### 1 粮食物流节点布局指标体系构建

本文从粮食物流需求、物流服务能力、粮食运输能力、粮食产业经济、物流节点区位 5 个方面构建了粮食物流节点评价指标体系(详见表 1)。其中,粮食物流需求指标主要包括粮食调入量、调出量、产量,反映城市粮食流通量大小,粮食流通量越大在粮食物流网络布局中的地位就愈加明显。物流服务能力指标主要包括铁路、公路、水路货运量,货运量越大,粮食物流节点城市的运输能力越强。粮食运输能力指标主要包括铁路粮食货运量、港口粮食货运量,粮食货运量越大,节点城市在粮食物流网络中就越重要。粮食物流发展的最终目的是带动城市粮食产业的发展,所以粮食物流节点布局应结合城市的粮食产业经济来规划。由此,粮食产业经济指标选取第一产业比重、粮食产业工业总产值。物流节点区位指标主要包括区位重要性打分、发展潜力打分,反映粮食物流需求以及粮食物流发展潜力,采用

表 1 粮食物流节点评价指标体系构建  
Table 1 Construction of grain logistics node evaluation index system

| 一级指标   | 二级指标      | 数据来源          |
|--------|-----------|---------------|
| 粮食物流需求 | 商品粮油调入量   | 局储备司商品粮油平衡表   |
|        | 商品粮油调出量   | 局储备司商品粮油平衡表   |
|        | 粮食产量      | Wind/各省统计年鉴   |
| 物流服务能力 | 公路货运量     | 中国统计年鉴/中国城市年鉴 |
|        | 水路货运量     | 中国统计年鉴/中国城市年鉴 |
| 粮食运输能力 | 铁路粮食货运量   | 内部统计数据        |
|        | 港口粮食货运量   | 内部统计内部        |
| 粮食产业经济 | 第一产业比重    | 国民经济和社会发展统计公报 |
|        | 粮食产业工业总产值 | 内部统计数据        |
| 物流节点区位 | 区位重要性打分   | 专家评分          |
|        | 发展潜力打分    | 专家评分          |

专家打分法,并对李克特七分量表进行加总,其分值越大则表明发展越具潜力或区位越重要。

## 2 熵权系数法

### 2.1 粮食物流节点指标权重

作为一种客观赋值法,熵权系数法根据客观信息确定评价指标的权重,可开展多指标综合评价。本文将采用熵权系数法分析粮食物流节点指标权重,主要步骤如下:

第一步,数据标准化处理:由于各指标的量纲、数量级及指标的正负取向均有差异,需对初始数据做标准化处理。针对正负2类指标,其标准化处理的方法如下:

对于正作用指标:

$$X'_{ij} = (X_{ij} - \min X_j) / (\max X_j - \min X_j) \quad (1)$$

对于负作用指标:

$$X'_{ij} = (\max X_j - X_{ij}) / (\max X_j - \min X_j) \quad (2)$$

第二步,计算*i*地级市*j*指标的比重:

$$Y_{ij} = X'_{ij} / \sum_{i=1}^m X'_{ij} \quad (3)$$

第三步,计算指标信息熵:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m Y_{ij} \times \ln Y_{ij}, \quad (4)$$

令  $k = \frac{1}{\ln m}$ , 则有  $0 \leq e_j \leq 1$ , 且当  $Y_{ij} = 0$  时, 令

$$Y_{ij} \times \ln Y_{ij} = 0;$$

第四步,计算信息熵冗余度:

$$d_j = 1 - e_j; \quad (5)$$

第五步,计算指标权重:

$$w_i = d_j / \sum_{j=1}^n d_j. \quad (6)$$

式中:  $X'_{ij}$  和  $X_{ij}$  分别为地级行政区划 *i* 第 *j* 项单项指标标准化后的值和原始值,  $\max X_j$  和  $\min X_j$  分别为所有地级行政区划中第 *j* 项单项指标的最大值和最小值。*m* 为地级行政区划数量, *n* 为指标数量。

### 2.2 粮食物流节点发展指数计算

按照上述方法确定指标权重,分别计算各单

项指标的权重。根据所构建的粮食物流节点评价指标体系和方法,采用加权函数得到各节点的发展指数。其计算公式为:

$$S_i = \sum_{j=1}^n (X'_{ij} \cdot w_j) \quad (7)$$

式中:  $X'_{ij}$  为各粮食物流节点指标系统对应的单项指标的标准化值,  $\sum_{j=1}^n (X'_{ij} \cdot w_j)$  为各粮食物流节点发展指数的综合评价价值。

## 3 实证分析

### 3.1 数据来源与处理

根据各省统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报、内部统计数据、专家评分等方式收集相关指标数据,具体数据来源详见表1。

### 3.2 粮食物流节点指标权重

以所有地级市为总样本,通过上述计算步骤,对收集到的原始数据进行计算分析,得出各指标的熵权值(详见表2)。

表2 粮食物流节点指标权重  
Table 2 Grain logistics node index weight

| 一级指标   | 二级指标      | 单位                | 信息熵     | 冗余度     | 权重/%  |
|--------|-----------|-------------------|---------|---------|-------|
| 粮食物流需求 | 粮食产量      | 10 <sup>4</sup> t | 0.865 7 | 0.134 3 | 2.79  |
|        | 商品粮油调入量   | 10 <sup>4</sup> t | 0.022 1 | 0.977 9 | 20.30 |
|        | 商品粮油调出量   | 10 <sup>4</sup> t | 0.026 0 | 0.974 0 | 20.22 |
| 物流服务能力 | 公路货运量     | 10 <sup>4</sup> t | 0.877 1 | 0.122 9 | 2.55  |
|        | 水路货运量     | 10 <sup>4</sup> t | 0.042 9 | 0.957 1 | 19.87 |
| 粮食运输能力 | 铁路粮食货运量   | 10 <sup>4</sup> t | 0.049 5 | 0.950 5 | 19.74 |
|        | 港口粮食货运量   | 10 <sup>4</sup> t | 0.576 2 | 0.423 8 | 8.80  |
| 粮食产业经济 | 第一产业比重    | %                 | 0.910 5 | 0.089 5 | 1.86  |
|        | 粮食产业工业总产值 | 10 <sup>8</sup> 元 | 0.853 6 | 0.146 4 | 3.04  |
| 物流节点区位 | 区位重要性打分   | 1~7分              | 0.979 1 | 0.020 9 | 0.43  |
|        | 发展潜力打分    | 1~7分              | 0.981 1 | 0.018 9 | 0.39  |

基于一级指标权重的分析。粮食物流需求、物流服务能力、粮食运输能力、粮食产业经济、物流节点区位对粮食物流节点发展的贡献比分别是: 43.31%、22.42%、28.54%、4.9%、0.82%,表明粮食物流节点发展水平主要受粮食物流需求、物流服务能力、粮食运输能力指标的影响。尤其是粮食物流需求占比接近一半,意味着在粮

食物流通道布局时要充分考虑到节点城市的粮食生产量和流通量,其值越大,越应加大对这些节点城市粮食物流发展的支持力度。同时,物流服务能力、粮食运输能力也是较为重要的考虑因素,为实现资源配置最优化,应加强物流量较大城市的粮食物流支持力度。粮食产业经济、物流节点区位对粮食物流节点发展水平影响有限,究其原因,城市间粮食产业发展水平和物流节点区位差异较小,未成为粮食物流节点布局中着重考虑的因素。

基于二级指标权重的分析。熵权系数法中,指标权重越大,不仅表示其影响作用越大,而且反映出节点城市间该指标变化幅度越大。据此,在二级指标中,商品粮油调入量、调出量、水路

货运量和铁路粮食货运量的权重较高,分别为 20.3%、20.22%、19.87%和 19.74%,表明这些指标是评价的关键性指标,且各节点城市间数值差距较大。这反映了粮油产品流通量在粮食物流节点布局规划中的重要性,以及水路运输和铁路运输在我国食物流中的重要地位。

### 3.3 粮食物流节点综合发展指数结果分析

沿海通道是我国食物流重点通道之一,连接东北、京津、黄淮海、华东沿海、华南沿海区域的辽宁、河北、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西、海南等省区市。本文采用加权函数对 31 个城市进行了计算,得到沿海通道各城市的粮食物流节点发展指数(如表 3)。

表 3 粮食物流节点发展指数排序  
Table 3 Grain logistics node development index ranking

| 省(市) | 物流节点    | 节点发展指数  | 节点发展指数排序 | 省(市) | 物流节点    | 节点发展指数  | 节点发展指数排序 |
|------|---------|---------|----------|------|---------|---------|----------|
| 辽宁省  | 大连市     | 0.267 5 | 1        | 浙江省  | 宁波市-舟山市 | 0.120 5 | 7        |
|      | 营口市-盘锦市 | 0.127 1 | 5        |      | 台州市     | 0.048 1 | 26       |
|      | 锦州市     | 0.101 4 | 12       |      | 嘉兴市     | 0.044 6 | 28       |
|      | 丹东市     | 0.084 0 | 16       |      | 温州市     | 0.035 6 | 31       |
| 河北省  | 秦皇岛市    | 0.063 9 | 21       | 福建省  | 福州市     | 0.082 9 | 17       |
|      | 唐山市     | 0.063 2 | 22       |      | 厦门市-漳州市 | 0.071 6 | 20       |
|      | 沧州市     | 0.058 7 | 25       |      | 泉州市     | 0.060 5 | 23       |
| 天津市  | 天津市     | 0.160 6 | 3        |      | 莆田市     | 0.036 8 | 29       |
| 山东省  | 青岛市     | 0.123 6 | 6        | 广东省  | 东莞市     | 0.176 9 | 2        |
|      | 日照市     | 0.095 0 | 14       |      | 广州市     | 0.119 2 | 8        |
|      | 烟台市     | 0.076 2 | 19       |      | 深圳市     | 0.110 0 | 10       |
| 江苏省  | 南通市     | 0.111 6 | 9        |      | 湛江市     | 0.080 6 | 18       |
|      | 盐城市     | 0.103 6 | 11       |      | 汕头市     | 0.045 8 | 27       |
|      | 连云港市    | 0.092 6 | 15       |      | 茂名市     | 0.036 7 | 30       |
| 上海市  | 上海市     | 0.129 5 | 4        |      |         |         |          |

辽宁省粮食物流节点发展较好,物流发展指数高于其他省市。得益于辽宁省粮食产业发展以及港口物流的发展,辽宁省 4 个物流节点排位在 31 个城市的前 50%。

江苏省和山东省各节点粮食物流发展态势整体向好。以江苏省为例,根据国家统计局数据(以下数据均来自国家统计局,将不再阐述),江苏省近 10 年粮食产量增长 11.08%,除了满足本省需求以外,可以为周边省份供给粮食。而且近 10 年江苏省水运货运量增长 73.05%。粮食运输量大和水运物流的发展为江苏省粮食物流发展提供了契机,

各城市的物流发展指数相对较高。南通市(9 位)、盐城市(11 位)、连云港市(15 位)排位在前 50%。同样作为主产区的河北省,尽管近 10 年粮食产量增长 13.48%,然而各节点粮食物流发展指数排位较低,排位均在 20 开外,粮食物流有待提高。

作为粮食主销区,天津市和上海市的粮食物流发展较好,分别为例第三、四位。两市发展情形也较为相似,以上海市为例,上海市粮食产量逐年递减。上海市近 10 年每年平均减少 3.28%,2020 年粮食产量仅 91.44 万 t。然而,上海市常住人口在逐年递增,2020 年较 2011 年增长 5.6%,

2020年达到2 488万人。随着产量减少及人口不断增长,上海市的粮物流需求将不断增多。近年来上海市的水运得到了飞速发展,水运货运量2020年较2011年增长了86.87%,在此情形下,上海市粮物流也得到了较好发展。

浙江省和广东省粮物流发展呈现两极分化态势。以浙江省为例,同样是粮食主销区的浙江省,面临和上海市、天津市相同的形势。一是粮食产量不断减少,2020年较2011年减少10.45%,在省政府政策激励下,近年粮食产量保持在600万t/年。二是常住人口10年间增长16.12%,为长江三角洲地区人口增幅最大的省份,是江苏省和上海市近3倍。因此,浙江省粮食产不足需,缺口较大,主要依靠外省调入,粮食流通需求旺盛。从粮物流发展指数来看,浙江省粮物流发展呈现两极分化态势,其中,宁波市-舟山市发展较好,位列7位,其余各市排位靠后,尤其是温州市排31位。由此,浙江省和广东省应加大粮物流基础实施的支持力度。

福建省近10年粮食产量减少达12.81%,2020年粮食产量仅502.32万t,低于浙江省和广东省。尽管其水运货运量近10年增长138.56%,但是各城市粮物流发展指数排位均在后50%。这表明福建省的粮物流弱于整体物流发展水平,故应重视粮物流的发展。

## 4 结论和政策建议

### 4.1 研究结论

对于物流节点发展指标,一级指标粮物流需求、物流服务能力、粮食运输能力是关键因素,粮食产业经济和物流节点区位的影响有限;二级指标商品粮油调入量、调出量、水路货运量和铁路粮食货运量四个因素是评判物流节点发展水平的重要因素。

对于物流节点发展指数,主产区的粮物流整体好于主销区粮物流。主产区中,辽宁省粮物流发展最好,山东省和江苏省发展态势较好,河北省粮物流有待提高。主销区中,天津市和上海市粮物流发展较好,浙江省和广东省粮物流发展呈现两极分化态势,存在发展不均衡问题,福建省整体发展水平亟待提高。

### 4.2 粮物流节点规划建议

为优化我国粮物流节点布局,应统筹考虑区域粮物流需求、物流基础设施能力,尤其是水路和铁路运输。加大各地区粮物流发展支持力度,推动粮物流空间结构逐渐向网络化的方向演变,充分发挥出物流产业在解决区域粮食安全中的积极作用和价值,为区域粮食安全和经济发展夯实基础。

在规划布局方面,从经济角度出发,着眼于区域整体物流效率的提高和物流成本的降低。在财政方面,给予节点城市一定的税收优惠政策支持,适时适当减免粮物流运输车辆的过路费等。在信息化方面,应利用信息互联网和设施物联网,加快粮物流业务线上化转型和数字化转型,创新业务流程和运营模式。在科技创新方面,提升散粮接发能力,支持成品粮装卸设施、集装箱装卸设施建设,大力发展多式联运,推动各种交通运输方式深度融合。

### 参考文献:

- [1] 高源. 东北经济区粮物流系统空间布局模式研究[J]. 地域研究与开发, 2007(5): 34-37.  
GAO Y. Study on northeast economic zone grain logistics system spatial layout mode[J]. Areal Research and Development, 2007(5): 34-37.
- [2] 孟玲, 曹有挥. 粮物流节点的空间布局优化[J]. 物流技术, 2009, 28(4): 53-56+59.  
MENG L, CAO Y H. Optimization of grain logistics node space layout[J]. Logistics Technology, 2009, 28(4): 53-56+59.
- [3] 王东方, 董千里, 陈艳, 等. 中欧班列节点城市物流网络结构分析[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(1): 32-40.  
WANG D F, DONG Q L, CHEN Y, et al. Analysis of the logistics network structure of urban along the China railway express[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2018, 27(1): 32-40.
- [4] 李利华, 王轩. 我国省域物流集群竞争力研究[J]. 经济地理, 2020, 40(5): 165-173.  
LI L H, WANG X. Research on competitiveness of provincial logistics clusters in China[J]. Economic Geography, 2020, 40(5): 165-173.
- [5] 山红梅, 周宇, 石京. 基于云模型的快递业物流服务质量评估[J]. 统计与决策, 2018, 34(12): 39-42.  
SHAN H M, ZHOU Y, SHI J. Estimation of logistics service quality evaluation of express delivery industry based on cloud model[J]. Statistics & Decision, 2018, 34(12): 39-42. 