

## 基于熵权 TOPSIS 法农产品物流能力评价

——以河南为例

邵洁, 牟勇

安徽理工大学经济与管理学院, 安徽淮南 232001

**【摘要】**构建农产品物流能力评价指标体系,采用熵权 TOPSIS 法研究影响农产品物流能力的关键因素,对河南省 2015-2020 年的数据进行实证研究,得出两个结论:(1)影响河南省农产品物流能力的因素主要是公路里程、物流人数和物流企业;(2)河南省可以充分发挥农林牧渔业优势,建立高效益高性能的产业链。

**【关键词】**农产品;物流能力;熵权法;TOPSIS 法

**【中图分类号】**F326.6;F224 **【文献标识码】**A **【DOI】**10.12325/j.issn.1672-5336.2022.13.040

## 序言

河南省素有“中原粮仓”之称,是我国中部地区的农业大省,以面、肉、油、乳、果蔬五大重点产业及其附属产业支撑起每年全国近 10% 的农产品需求。随着国家重点治理三农问题,推进城镇化建设,河南省抓住“一带一路”战略、乡村振兴战略等契机,深化农业供给侧结构性改革。其中农业信息化水平、农产品物流等服务建设仍是现代化农业产业体系建设中的短板。农产品物流作为现代化农业建设的基础,要求在保证农产品高鲜活、低损耗的同时,降低成本,提高流通速率,推动农业产业现代化建设。

关于农产品物流的研究,学者主要聚焦在以下几点:一是对农产品物流评价体系的研究。赵英霞<sup>[1]</sup>从农产品物流发展的外部环境、内部流程及总体效益三个维度构建了中国农产品物流评价体系,弥补了初期该研究领域相对匮乏的情况。杨蕾<sup>[2]</sup>等采用平衡计分卡建立电子商务环境下农产品物流评价体系。李喜梅<sup>[3]</sup>引用结构方程模型从基础建设、运营能力、协调能力和政策支持四个方面研究,进一步拓展与丰富了农产品物流评价体系。二是对模型构建方法的探索。田晓佳<sup>[4]</sup>采用因子分析得出河南省 18 个市的农产品物流能力排名情况,再聚类得

到四个区域农产品物流区。张于贤<sup>[5]</sup>等运用熵权灰色关联法,确定了影响中部六省农产品物流能力的关键因素及其余因素与关键因素的关联程度。韩启昊<sup>[6]</sup>通过问卷调查和专家打分构建判断矩阵,运用 MEC 综合评价分析工具得到农产品冷链物流建设的关键因素。

融合不同学者的研究成果,结合评价体系的原则,选取经济水平、信息化水平、物流要素能力、物流需求能力和政府扶持力度 5 个一级指标及 10 个二级指标,构建较为健全的农产品物流能力评价体系,以农业大省河南省的数据为基础,采用熵权 TOPSIS 法研究农产品物流能力的关键评价指标,得出结论,根据结论提出对策。

## 1 农产品物流能力评价指标体系

表 1 是结合已有研究选取的共同点和创新之处建立的农产品物流能力评价指标体系。

## 1.1 经济水平

经济水平从总体上衡量了地区经济发展的规模与速率,对农产品物流的发展起着决定性作用。如果省份的经济水平低迷,其物流水平也不会太高。有关农产品物流的经济水平主要包括 GDP( $X_1$ )和社会消费品总额( $X_2$ )两个指标。GDP 从生产角度反映地区生产能力,社会消费品总额从消费角度反映地区消费水平,两者从生产和消

表 1 农产品物流能力评价指标体系

一级指标	经济水平		信息化水平	物流要素能力				物流需求能力	政府扶持力度	
二级指标	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
	GDP(亿元)	消费品零售总额(亿元)	邮电业务量(亿元)	公路里程(公里)	货车(辆)	货运量(万吨)	物流企业(个)	物流人员(万人)	农林牧渔总值(亿元)	物流财政支出(亿元)

基金项目:安徽省教学示范课项目《经济学》(项目编号:2021100)

费两个角度共同衡量了经济发展水平，比较有说服力。

## 1.2 信息化水平

从信息资源与技术角度选取邮电业务量 ( $X_3$ ) 作为信息化水平衡量标准。邮电业务量是邮电部门为社会提供信息传递服务的数量指标，农产品物流中涉及大量物流信息传输、物流节点信息协同、物流过程追踪等信息服务，所以选取邮电业务量衡量信息化水平。

## 1.3 物流要素能力

物流要素如设备、劳动力、资金、外部条件、环境等是物流发展的基础。选取公路里程 ( $X_4$ )、货车数 ( $X_5$ )、货运量 ( $X_6$ )、物流企业 ( $X_7$ ) 和物流人员 ( $X_8$ ) 五个指标代表物流要素能力。

## 1.4 物流需求能力

物流需求能力是指由社会生产与社会消费引起的对物流的需求水平。农产品物流的需求由农林牧渔业的产出决定，选取农林牧渔总值 ( $X_9$ ) 作为衡量物流需求能力的指标。

## 1.5 政府扶持力度

物流运输财政支出 ( $X_{10}$ ) 是政府财政在农村的交通运输、道路建设方面的支出，体现了政府对农产品物流发展的鼎力支持，是农产品物流的重要影响因素。

## 2 熵权 TOPSIS 法

### 2.1 熵权法确定指标权重

熵在物理上描述的是物质热运动时的混乱程度，后被广泛应用于描述系统的无序化程度。与之相反，信息描述的是系统的有序化程度。在评估某个系统时，通常用熵值判断指标的离散程度，熵值越大，离散程度越大，对应指标提供的准确的信息量越少，指标权重也就越小。概括地讲，熵权法就是通过衡量某指标在评价体系中离散程度，计算权重，说明指标的重要程度，步骤如下。

(1) 依据原始数据集构建目标矩阵  $X=(x_{ij})_{m \times n}$ ， $m$ 、 $n$  表示数据集中包含  $m$  年、 $n$  个指标。 $x_{ij}$  表示第  $i$  年的第  $j$  个指标值 (其中  $i=1, \dots, m$ ;  $j=1, \dots, n$ )

$$X = (x_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

(2) 考虑到部分指标的量纲不同，所以采用 min-max 标准化方法对原始数据进行归一化处理：

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (2)$$

式中  $\max(x_j)$ 、 $\min(x_j)$  分别为同一指标下的最大值和最小值，由此得到标准化矩阵  $Y=(y_{ij})_{m \times n}$ 。

(3) 计算第  $i$  年的第  $j$  个指标的比重  $p_{ij}$ ：

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (3)$$

(4) 计算第  $j$  个指标的熵值  $e_j$ ：

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (4)$$

(5) 计算第  $j$  个指标的权重  $w_j$ ：

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (5)$$

### 2.2 基于熵权的 TOPSIS 法

TOPSIS 法 (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution, 也称优劣解距离法) 是一种根据有限个评价指标与理想目标的接近程度进行排序的方法，适用于多目标决策，不要求样本大小，能充分利用数据集样本，精准地反映各评价指标与理想目标的差距。基于熵权的 TOPSIS 法将数据赋上权重，更加科学准确地计算距离。步骤如下。

(1) 引入  $w_j$  构造加权矩阵  $Z$ ：令  $z_{ij}=y_{ij}w_j$ ，加权矩阵为

$$Z = (z_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} y_{11}w_1 & y_{12}w_2 & \dots & y_{1n}w_n \\ y_{21}w_1 & y_{22}w_2 & \dots & y_{2n}w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1}w_1 & y_{m2}w_2 & \dots & y_{mn}w_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

(2) 确定最优方案和最劣方案：

最优方案  $Z$  由矩阵  $Z$  中每列的最大值构成：

$$Z^+ = (\max\{z_{11}, z_{21}, \dots, z_{m1}\}, \max\{z_{12}, z_{22}, \dots, z_{m2}\}, \dots, \max\{z_{1n}, z_{2n}, \dots, z_{mn}\})^+ \\ = (z_1^+, z_2^+, \dots, z_n^+) \quad (7)$$

最劣方案  $Z^-$  由矩阵  $Z$  中每列的最小值构成：

$$Z^- = (\min\{z_{11}, z_{21}, \dots, z_{m1}\}, \min\{z_{12}, z_{22}, \dots, z_{m2}\}, \dots, \min\{z_{1n}, z_{2n}, \dots, z_{mn}\})^- \\ = (z_1^-, z_2^-, \dots, z_n^-) \quad (8)$$

(3) 计算各指标与最优方案和最劣方案的接近程度：

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_i^+ - z_{ij})^2} \quad (9)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_i^- - z_{ij})^2} \quad (10)$$

(4) 计算各评价指标和最优方案的贴近程度  $C_j$ ：

表 2 数据集

年份	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
2015	37084	15476	13172754	250584	1297191	192175	14401	243	7300	371
2016	40249	17275	9860822	267411	1329070	205385	16364	246	7405	348
2017	44825	19289	18160442	267805	1446283	229458	18979	269	7563	296
2018	49936	21268	43837204	268589	1622244	259461	26433	262	7758	283
2019	54259	23476	65892361	269832	1768531	218647	26724	267	8542	384
2020	54997	22502	89854663	270271	1900524	219072	27021	265	9956	437

表 3 指标熵值与权重

权重	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
w <sub>j</sub>	0.09	0.08	0.16	0.04	0.12	0.08	0.09	0.09	0.17	0.09

表 4 贴近程度 C<sub>j</sub> 降序排列

贴近程度	X <sub>4</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>9</sub>
C <sub>j</sub>	0.6695	0.5641	0.5439	0.5336	0.5302	0.4690	0.4592	0.4454	0.4226	0.3684

$$C_j = \frac{d_j^-}{d_j^+ + d_j^-} (0 \leq C_j \leq 1) \quad (11)$$

C<sub>j</sub> 越接近 1, 表明评价对象越接近最优值。

(5) 对 C<sub>j</sub> 排序, 分析结果。

### 2.3 数据来源

查询《中国统计年鉴》和《河南省统计年鉴》, 选择近几年的统计数据, 结果如表 2 所示。

### 3 物流能力评价分析

将原始数据集整理成如式 (1) 的目标矩阵, 代入式 (2)–(5) 中归一化处理与计算, 得到各指标的权重, 如表 3 所示。

表 3 中显示, X<sub>9</sub> 是农林牧渔生产总值, 占比 17%, 权重位居首位, 凸显了河南省农产品供应量大、供应能力强的优势, 说明地区农产品畅销, 有建设产业链的条件基础, 有利于形成特色坚固的产业支柱。X<sub>3</sub> 占比 16%, 说明邮电业务等通信方式在农产品物流中扮演着重要的角色, 有利于区域农产品信息的协同一致, 及时地抓住市场需求, 适时安排农产品的物流运输。

权重在一定程度上体现了十个指标间相对重要程度, 仅靠权重指定关键影响因素, 说服力不强, 可在此基础上引入 TOPSIS 法进一步探究, 将计算出的权重与原数据代入式 (6), 构造加权矩阵。最优方案是由加权矩阵中每一列最大值构成, 最劣方案相反。最优 (最劣) 方案中的每个指标值与备选方案中对应指标值之差的平方和, 开方得到每个指标与最优 (最劣) 方案的贴近距离。越接近最优方案同时又远离最劣方案的备选方案是最好的, 反映在式 (11) 上, 即贴近程度 C<sub>j</sub> 越接近 1, 方案越好。

对 C<sub>j</sub> 降序排列得到表 4。结果表明: 影响农产品物流能力的指标主要有公路里程数、物流人员和物流企业

业, 与最优方案的贴近程度分别是 66.95%、56.41%、54.39%。河南省与农林牧渔相关的产业比较发达, 尤其粮食产业与食品加工产业排入本省产业的第一梯队, 其权重在众影响因素中最高而与最优方案的贴近程度最低, 说明农林牧渔业没有对农产品物流产生负面影响, 短期保持现状或提升水平对农产品物流发展都是有益无害的。

### 4 结论

通过运用熵权 TOPSIS 法对河南省 2015–2020 年农产品物流能力相关数据的定量分析, 得出以下结论。

(1) 影响农产品物流能力的主要指标是公路里程数、物流人员和物流企业, 应重点关注。

(2) 河南农业大省可以凸显区域农产品总量多、种类丰富、供应能力强的特点, 发挥农林牧渔业优势, 打造产业链, 有利于提升农产品经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 赵英霞. 中国农产品物流评价指标体系的构建 [J]. 商业研究, 2007(1):211–213.
- [2] 杨蕾, 张义珍. 电子商务环境下基于 Fuzzy-AHP 的农产品物流能力评价模型构建 [J]. 广东农业科学, 2010, 37(10):183–184.
- [3] 李喜梅. 我国农产品物流流通能力的结构方程模型研究 [J]. 商业经济研究, 2016(20):151–152.
- [4] 田晓佳. 基于因子聚类分析的河南省区域农产品物流能力评价 [J]. 物流技术, 2014, 33(1):264–266.
- [5] 张于贤, 黄鑫, 刘瑞环. 基于熵权灰色关联法的中部地区农产品物流发展评价研究 [J]. 商业经济研究, 2017(21): 88–91.
- [6] 韩启昊. 基于模糊层次分析法的河南省农产品冷链物流综合评价 [J]. 现代食品, 2020(17):19–21, 31.