

文章编号:1005-0523(2014)06-0047-07

## 基于熵权TOPSIS法的港口物流竞争力评价研究

李婧

(青岛农业大学经济与管理学院,山东 青岛 266109)

**摘要:**在竞争日益激烈的港口业中,港口物流已成为各大港口竞争的一个重要突破点,港口物流竞争力的强弱对港口的发展以及港口城市乃至地区经济的发展都具有很大的影响。基于对港口物流资源的分析,从港口自然地理环境、港口基础设施条件、港口物流发展规模、港口城市综合实力4个方面构建了港口物流竞争力评价指标体系,采用熵权TOPSIS法对环渤海港口群中7个亿吨大港的港口物流竞争力进行了科学评价,并对其竞争态势做出了分析。研究表明,环渤海港口群港口物流竞争力水平悬殊,各港口应合理准确定位,通过错位发展和协同合作等方式谋求共赢。

**关键词:**港口物流;熵权TOPSIS法;环渤海港口群

**中图分类号:**U691+.73;F550

**文献标志码:**A

随着国际贸易的不断发展,世界港口经历了由第一代港口(纯粹的“运输中心”)到第二代港口(“运输中心&贸易加工中心”),再到第三代港口(“综合物流中心”)的发展历程。现代化的港口已不仅仅是水路运输的联结点 and 货物的集散地,逐渐发展成为国际贸易中心、物流中心、信息中心、金融中心和服务中心,这就要求港口在完成装卸搬运及加工服务的基础上,发挥其在物流链上的节点作用和集散作用,以港口资源为依托开展多种增值物流服务。因此,现代化港口以其规模化的集散能力形成了综合物流服务平台。

目前,许多港口城市把发展港口物流作为城市发展的突破口,通过港口物流的发展带动临港产业的发展,并辐射周边内陆地区,推动区域进出口贸易的增长,这反过来又能促进港口物流的发展,从而实现良性循环。

国内外学者对港口物流竞争力的相关研究主要集中在3个方面:一是对港口物流竞争力及其影响因素的研究,如我国著名物流专家丁俊发(2011)<sup>[1]</sup>在《中国物流竞争力研究》一书中指出,物流竞争力是区域(国家或地区)内物流要素在市场竞争过程中基于交通设施、产业基础、经营效率和发展潜力而形成并表现出来的具有争夺资源、开拓市场、占据市场并获得利润的能力,主要包括企业物流竞争力、城市物流竞争力、国家物流竞争力等三个维度;陈立新等(2014)<sup>[2]</sup>将港口物流竞争力理解为吸引货流的能力和吸引资源积聚的能力,其分析认为能力、成本和效率是影响港口物流竞争力水平的重要因素。二是港口物流产业集群的研究,如李新然等(2012)<sup>[3]</sup>从港口状况、物流产业及腹地经济三个方面分析研究环渤海地区各港口物流产业集群的竞争态势;史安娜等(2010)<sup>[4]</sup>运用共生理论研究港口物流产业集群的形成和发展。三是对港口物流竞争力的评价研究,如赵刚(2006)<sup>[5]</sup>采用模糊综合评价法对江苏省主要沿江港口的物流竞争力进行了综合评价;于伽等(2009)<sup>[6]</sup>利用因子分析法评价我国沿海主要港口的物流竞争力,从而找出大连港物流竞争力的优势和劣势;赖晓晓(2013)<sup>[7]</sup>运用因子分析法对宁波-舟山港和上海港的港口物流竞争力水平进行实证分析,探讨两港之间的竞争关系与合作模式。借鉴上述研究成果,通过研究港口物流资源的内涵来分析

**收稿日期:**2014-08-30

**基金项目:**青岛农业大学校立科研基金(613Q03)

**作者简介:**李婧(1983—),女,实验师,研究方向为港口物流理论与管理。

影响港口物流发展的相关因素,从而构建港口物流竞争力评价指标体系,并运用熵权TOPSIS法对环渤海港口群的港口物流竞争力进行客观的评价分析,以期为环渤海港口物流的发展提供参考。

## 1 港口物流资源的内涵

港口物流是指中心港口城市利用其自身的口岸优势,以先进的软硬件环境为依托,强化其对港口周边物流活动的辐射能力,突出港口集货、存货、配货特长,以临港产业为基础,以信息技术为支撑,以优化港口资源整合为目标,发展具有涵盖物流产业链所有环节特点的港口综合服务体系<sup>[8]</sup>。港口物流资源涉及的内容很多,概况起来可以分为3个方面:

- 1) 港口资源。包括港口的自然地理环境、基础设施条件、港口运营状况、服务水平、资金、品牌、人力资源等。
- 2) 物流资源。包括港口城市及腹地的货物运输量、货物周转量、物流信息以及从事物流服务的相关企业等。
- 3) 社会公共资源。包括口岸环境(通关环境、保税区、保险、金融等)、港口城市及腹地的经济发展水平、对外贸易状况、集疏运条件、临港产业等。

## 2 港口物流竞争力的评价指标体系

为了科学准确地评价港口物流竞争力水平,需构建一套系统、全面、合理的评价指标体系。评价指标的选取应遵循科学性、全面性、目的性、可操作性的原则。

表1 港口物流竞争力综合评价指标体系

Tab. 1 Comprehensive evaluation index system of port logistics competitiveness

项目	一级指标	二级指标
港口物流竞争力	港口自然地理环境 ( $X_1$ )	航道水深( $X_{11}$ )
		码头岸线长度( $X_{12}$ )
		泊位最大水深( $X_{13}$ )
	港口基础设施条件 ( $X_2$ )	生产用泊位总数( $X_{21}$ )
		万吨级以上泊位数( $X_{22}$ )
		装卸设备最大起重吨( $X_{23}$ )
		堆场面积( $X_{24}$ )
	港口物流发展规模 ( $X_3$ )	港口货物总吞吐量( $X_{31}$ )
		港口集装箱吞吐量( $X_{32}$ )
	港口城市综合实力 ( $X_4$ )	GDP( $X_{41}$ )
		外贸进出口总额( $X_{42}$ )
		货物周转量( $X_{43}$ )
公路货运量( $X_{44}$ )		
铁路货运量( $X_{45}$ )		
		水路货运量( $X_{46}$ )

根据上文对港口物流资源的分析,可以将影响港口物流竞争力的主要因素归纳为4大类:

- 1) 港口自然地理环境,包括港口的地理位置和自然条件,是发展港口物流的前提和基础。主要表现为港口航道条件、码头岸线及泊位水深等。
- 2) 港口基础设施条件,是供港口开展物流活动的基础型工程,体现了港口提供装卸服务和增值服务的能力。主要包括港口泊位、装卸设备、库场等的建设情况。

3) 港口物流发展规模,体现了港口物流的发展水平和潜力,可以用港口货物总吞吐量和集装箱吞吐量两个指标来反映。

4) 港口城市综合实力,是港口物流发展的动力和依托,主要表现为港口城市的GDP、外贸进出口总额、货运周转量、以及公路、铁路、水路货运量等。

将上述四大要素作为港口物流竞争力评价的一级指标,并对每个指标进行细化,划分为15个具体指标,从而构建起港口物流竞争力综合评价指标体系,详见表1。

### 3 港口物流竞争力评价模型的建立

本文研究港口物流竞争力水平所采用的评价方法是熵权TOPSIS模型。

#### 3.1 熵权法

熵权法是一种客观赋权方法。熵是热力学中用来衡量物质系统中能量衰竭程度的一个概念,用热能除以温度所得的商来表示。1948年,克劳德·艾尔伍德·香农第一次将熵的概念引入到信息论中,用以度量系统的无序程度。香农把通信过程中信息源信号的不确定性定义为信息熵。指标的信息熵越小,表明该指标的变异程度越大,提供的信息量也越大,在综合评价中所起的作用就越大,权重就应该越高;反之,信息熵越大,该指标的权重就应该越低<sup>[9]</sup>。

当系统处于  $n$  种不同状态时,如果每种状态出现的概率为  $p_i$ ,那么,该系统的信息熵定义为:

$$E = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad (1)$$

式中:  $k$  为大于0的系数;  $0 < p_i < 1$  且  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ 。上式表示该系统的不确定性程度。在系统综合评价中,我们根据各个指标的变异程度,利用信息熵来计算得出各指标的权重。

#### 3.2 TOPSIS法

TOPSIS法(technique for Order preference by similarity to ideal solution),指“逼近于理想值的排序方法”,是由 Wang 和 Yoon 于1981年提出的一种多目标决策方法<sup>[10]</sup>。其基本原理是在方案集中确定一个虚拟的最优值和最差值,分别称为正理想解和负理想解,通过计算方案集中各备选方案与正理想解和负理想解之间的相对距离来排序,从而确定方案的优劣。

#### 3.3 评价模型的建立

本文将一个港口群看作一个决策系统,选取  $n$  个影响港口物流竞争力的相关因素作为评价指标,用熵权TOPSIS法来评价港口群中  $m$  个港口港口物流的综合竞争力。

原始指标数据矩阵为:

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{21} & \cdots & r_{m1} \\ r_{12} & r_{22} & \cdots & r_{m2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{1n} & r_{2n} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

1) 原始数据归一化处理。公式如下:

$$r'_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (3)$$

从而得到原始数据的规范化矩阵:

$$R' = (r'_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} r'_{11} & r'_{21} & \cdots & r'_{m1} \\ r'_{12} & r'_{22} & \cdots & r'_{m2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r'_{1n} & r'_{2n} & \cdots & r'_{mn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

2) 计算各指标的熵值

结合式(1)得到第j个指标的熵值为:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij}$$

式中:  $\ln m > 0$ ,  $0 \leq e_j \leq 1$ 。

3) 计算各指标的权重

根据各指标的熵值定义第j个指标的权重为:

$$a_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j}$$

式中:  $g_j$  为第j个指标的差异性系数,其公式为:  $g_j = 1 - e_j$ 。可见,某个指标的差异性  $g_j$  越大,其熵值  $e_j$  越小,该指标在港口物流竞争力的评价中所起的作用就越大,因此其权重也越大。由此得到熵权矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & a_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & a_n \end{pmatrix}$$

4) 构造加权规范化矩阵。

将规范化数据加权,构成加权规范化矩阵:

$$V = A \times R = \begin{pmatrix} a_1 r_{11} & a_1 r_{21} & \cdots & a_1 r_{m1} \\ a_2 r_{12} & a_2 r_{22} & \cdots & a_2 r_{m2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_n r_{1n} & a_n r_{2n} & \cdots & a_n r_{mn} \end{pmatrix}$$

5) 确定正理想解和负理想解

对于效益型指标,其正、负理想解分别为:

$$V^+ = \left\{ \max_j V_{ij} | i = 1, 2, \dots, m \right\}, V^- = \left\{ \min_j V_{ij} | i = 1, 2, \dots, m \right\}$$

对于成本型指标,其正、负理想解分别为:

$$V^+ = \left\{ \min_j V_{ij} | i = 1, 2, \dots, m \right\}, V^- = \left\{ \max_j V_{ij} | i = 1, 2, \dots, m \right\}$$

6) 计算评价对象与正、负理想解的距离:

$$d_i^+ = \left[ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, d_i^- = \left[ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

式中:  $i = 1, 2, \dots, m$

7) 计算评价对象与理想解的相对接近程度:

$$D_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} (i = 1, 2, \dots, m)$$

式中:  $D_i$  表示评价对象与理想解的相对接近程度,  $D_i$  越大表明该评价对象越优,因此,可根据  $D_i$  的大小对评价对象进行排序。

## 4 港口物流竞争力评价实例分析

### 4.1 实证数据

以环渤海港口群为例,选取港口群中的7个亿吨大港(大连港、营口港、秦皇岛港、天津港、烟台港、青岛港、日照港)为研究对象,以其2012年的数据作为样本进行研究。数据主要来源于各省市的统计年鉴、统计

公报、港口年鉴、各港口网站及交通部网站等。

## 4.2 港口物流竞争力评价

### 1) 准则层评价

运用上文所述方法分别计算各港口在自然地理环境、基础设施条件、港口物流发展规模、港口城市综合实力四个方面的竞争力状况,结果见表2。

表2 港口物流竞争力准则层评价结果

Tab. 2 Criterion layer evaluation results of port logistics competitiveness

港口	港口自然地理环境		港口基础设施条件		港口物流发展规模		港口城市综合实力	
	相对接近程度	排名	相对接近程度	排名	相对接近程度	排名	相对接近程度	排名
大连港	0.325 5	2	0.684 7	2	0.545 5	3	0.248 5	4
营口港	0.015 9	7	0.558 0	4	0.318 4	4	0.049 0	7
秦皇岛港	0.239 7	5	0.142 4	7	0.008 1	7	0.060 3	6
天津港	0.993 3	1	0.773 8	1	0.844 9	2	1.000 0	1
烟台港	0.308 2	3	0.221 4	5	0.106 3	5	0.255 5	3
青岛港	0.277 7	4	0.611 7	3	0.992 1	1	0.270 0	2
日照港	0.083 8	6	0.200 6	6	0.097 0	6	0.101 7	5

### 2) 港口物流竞争力综合评价

以表2中的数据为基础数据,再运用熵权TOPSIS法进行港口物流竞争力综合评价,结果见表3。

表3 港口物流竞争力综合评价结果

Tab. 3 Comprehensive evaluation results of port logistics competitiveness

评价结果	大连港	营口港	秦皇岛港	天津港	烟台港	青岛港	日照港
相对接近程度	0.330 6	0.143 1	0.115 8	0.934 7	0.223 2	0.431 6	0.068 2
排名	3	5	6	1	4	2	7

## 4.3 评价结果分析

根据港口物流竞争力的评价结果,环渤海7大港口可分为3个层次:

第一层次:天津港。

在准则层评价中,天津港的自然地理环境、基础设施条件、城市综合实力三项指标排名均为最高,港口物流发展规模排名第二。这说明天津港港口物流在环渤海港口群中具有明显的竞争优势。天津港是我国北方最大的综合性港口,2012年货物吞吐量和集装箱吞吐量分别在全球港口排名第四和第十,是我国第三大港口。天津港虽为人工海港,但其-21 m的最大航道水深和32.7 km的码头岸线为大型船舶的通行和靠泊提供了良好的条件,使其在环渤海港口群中具有较强的竞争力。天津港依托京津唐经济圈,腹地覆盖天津及北京、河北、辽宁、内蒙古等周边地区,腹地经济发展潜力巨大,为港口物流的发展带来了稳定的货源。天津滨海新区的规划以及北方国际航运中心的建设为港口物流的发展提供了良好的政策优势和强大的发展动力。

第二层次:青岛港、大连港。

青岛港和大连港的港口物流竞争力在环渤海港口群中位于第二层次。两港均为北方重要的区域性枢纽港,2012年,青岛港和大连港的货物吞吐量分别位居全球港口第七和第八,集装箱吞吐量分别位居全球第八和第十七。从准则层评价结果可以看到,青岛港在港口物流发展规模方面处于明显优势,这主要得益于其直接腹地山东省经济的强劲发展,半岛蓝色经济区的建设也为青岛港口物流的发展注入了强劲动力。在港口自然地理环境方面,青岛港则处于相对劣势,尤其需要通过开发深水岸线来增强其港口物流的



竞争力。而大连港的各项准则层评价结果均排在第二到三位,说明其港口物流的发展水平较为均衡。但值得注意的是,大连港的主要经济腹地东北三省及内蒙古东部地区虽然受振兴东北老工业基地战略的拉动,近些年地区经济有了一定程度的增长,但由于长期以来该地区产业布局严重失衡,造成外向型经济偏低,整体经济发展势头不足,这必将影响大连港口物流在环渤海区域中的竞争力。

第三层次:烟台港、营口港、秦皇岛港、日照港。

上述4港在准则层评价上均不及前两层次港口,这说明其港口物流综合竞争力在环渤海港口群中处于相对劣势。其中,烟台港和营口港是以内贸运输为主的港口,虽然两港均已跨入亿吨大港的行列,但由于两港腹地内分别有青岛港和大连港两个区域性枢纽港的竞争,其港口物流的发展受到一定的限制。而秦皇岛港和日照港则是以能源运输为主的港口,其竞争优势主要体现在煤炭、铁矿石等少数能源货种上,港口物流综合竞争力在港口群中处于相对劣势。在发展战略上,四港可采取错位发展的战略,避开周边大型港口的强势货种和业务,充分发挥自身优势,以特定货种和业务为突破口发展特色港口物流,形成具有自身独特优势的竞争力。

## 5 结论

1) 在竞争日益激烈的港口业中,港口物流已成为各大港口竞争的一个重要突破点,港口物流竞争力的强弱对港口的发展以及港口城市乃至地区经济的发展都具有很大的影响。

2) 通过构建熵权TOPSIS模型,对环渤海港口群港口物流竞争力进行评价,结果表明,环渤海七个亿吨大港按其港口物流竞争力强弱可分为三个层次:天津港的港口物流竞争力最强,位居第一层次;青岛港和大连港竞争力较强,位于第二层次;烟台港、营口港、秦皇岛港、日照港在港口群中处于相对劣势,为第三层次。

3) 港口群中若干港口由于地理位置相近、经济腹地交叉,在港口物流的发展上必将存在一定程度的竞争。为避免港口间的恶性竞争和资源浪费,各港口要充分考虑港口之间的竞合关系,整合自身优势资源,合理准确定位,通过错位发展和协同合作等方式谋求共赢。

4) 本文在对港口物流竞争力的评价中,由于很多变量指标在现实中难以量化或缺乏权威的统计数据,不便操作,文中参考了大量相关文献,筛选出15个具有典型性并被普遍认同的量化指标,可能不够全面,在后续研究中需不断完善和改进,建立一个更加科学、全面的港口物流竞争力评价指标体系。

## 参考文献:

- [1] 丁俊发. 中国物流竞争力研究[M]. 北京:中国物资出版社,2011:117-157.
- [2] 陈立新,曹林娟. 港口物流竞争力影响因素研究——以上海港为例[J]. 物流工程与管理,2014,36(5):118-122.
- [3] 李新然,吴健妮. 港口物流产业集群竞争力指标体系构建及评价分析[J]. 大连理工大学学报:社会科学版,2012,33(2):28-33.
- [4] 史安娜,南岚. 港口物流产业集群共生性分析[J]. 商业经济与管理,2010(2):5-11.
- [5] 赵刚. 江苏沿江港口物流竞争力评价研究[J]. 水运工程,2006 (8):10-13.
- [6] 于伽,韩增林. 大连港口物流竞争力分析[J]. 海洋开发与管理,2009,26(8):93-96.
- [7] 赖晓晓. 宁波-舟山港和上海港港口物流竞争力评价研究[D]. 浙江理工大学,2013.
- [8] 黄定嵩. 广西北部湾港口物流在新格局下的发展对策[J]. 学术论坛,2007,30(9):78-83.
- [9] 聂莉,董观志. 基于熵权-TOPSIS法的港口城市邮轮旅游竞争力分析[J]. 旅游论坛,2010,3(6):789-794.
- [10] 匡海波,陈树文. 基于熵权TOPSIS的港口综合竞争力评价模型研究与实证[J]. 科学学与科学技术管理,2007,28(10):157-162.

- [11] 孙建军,胡佳. 欧亚三大港口物流发展模式的比较及其启示——以鹿特丹港、新加坡港、香港港为例[J]. 华东交通大学学报,2014,31(3):35-41.
- [12] 焦新龙. 港口物流绩效评价体系研究[D]. 长安大学,2010.
- [13] 戴金山,肖汉斌. 我国集装箱港口物流能力的实证分析[J]. 武汉理工大学学报:社会科学版,2013,26(6):920-925.
- [14] 曹卫东,曹有挥,梁双波. 安徽长江沿岸港口物流发展评价与空间博弈研究[J]. 华中师范大学学报:自然科学版,2007,41(3):464-468.
- [15] 朱庆林,郭佩芳. 港口资源定量评价理论及应用[J]. 大连海事大学学报,2005,31(4):44-48.

## Evaluation of the Port Logistic Competitiveness Based on Entropy-TOPSIS

Li Jing

(College of Economics and Management, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** Port logistics has become an important breakthrough point in the increasingly competitive port industry. The competitiveness of port logistics has a great impact on the development of the port, the city and the regional economy. Based on the analysis of port logistic resources, this paper establishes an index system of the port logistic competitiveness, which includes the port's natural geographical environment, infrastructure conditions, the development scale of port logistics and the comprehensive strength of port city. Then the Entropy-TOPSIS method is introduced to evaluate the port logistic competitiveness of the seven super ports along the Bohai rim. Finally, the competitive situation of port logistics in the port cluster is analyzed. The results show that there is a great disparity in the competitiveness of port logistics along the Bohai rim. It maintains that the ports should make an accurate and reasonable position and seek win-win development by dislocating and cooperating.

**Key words:** port logistics; entropy-TOPSIS; port cluster of Bohai rim region