

中国环渤海湾区域主要港口发展布局及其层次划分

陈继红, 路 瑶

(上海海事大学 交通运输学院, 上海 201306)

摘要: 环渤海港口群在其区域经济发展中发挥着重要的作用,合理的港口定位和布局是港口群有序发展的重要因素。将层次分析法运用于港口群发展评价,分析了环渤海主要港口布局和现状,建立了基于层次分析法的环渤海主要港口发展评价指标体系与模型,对大连港、营口港、青岛港、烟台港、天津港和秦皇岛港等主要港口进行了评价和比较应用研究。基于实证的研究结果表明,层次分析法在区域港口发展评价中十分有效,评价最终得分的大小反映了港口发展水平情况,对促进环渤海区域港口群合理、有序发展有重要借鉴意义。

关 键 词: 港口; 布局; 评价; 环渤海湾

中图分类号: F552.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-2363(2012)05-0011-05

0 引言

根据交通运输部《全国沿海港口布局规划》,目前我国已初步形成了五大港口群,即长三角区域港口群、珠三角区域港口群、环渤海区域港口群、东南沿海港口群和西南沿海港口群。在我国现已形成的港口群中,长三角港口群和珠三角港口群的核心港口都已确定,而且其国际航运中心的建设目标也很明确^[1]。但位于北方以大连、天津、青岛等港口为主的环渤海港口群的核心港口还尚未确定,各大港口均在争夺东北亚航运中心的龙头地位。目前,环渤海湾各港口都在迅速崛起,但不像长三角港口群层次分明,天津、大连、青岛港在“十二五”规划中都提出了建设国际航运中心的战略目标;秦皇岛、营口和烟台等港口也都凭借自己的天然优势在快速发展。港口群内由于腹地交叉或功能雷同,各港竞争不可避免^[2]。因此,对环渤海湾主要港口进行发展水平评价和科学定位十分必要。

1 环渤海湾主要港口布局与腹地

1.1 环渤海湾主要港口布局

环渤海海岸线长5 800 km,分布着60多个港口,其中的大连、营口、天津、秦皇岛、青岛、烟台6个港口的年吞吐量在亿吨以上,加上丹东、锦州、龙口、威海、旅顺、葫芦岛、蓬莱等作为支线港,形成了一个大中小相结合的港口群^[3]。这些港口的货物年吞吐量约占全国沿海港口的40%以上,通过港口出口的外贸总量占全国的

78%。2006年交通部《全国沿海港口布局规划》将环渤海港口群分为辽宁沿海港口群、津冀沿海港口群、山东沿海港口群。

1.2 环渤海湾主要港口发展腹地

港口腹地方面,大连港和营口港的直接经济腹地是东北三省和内蒙古东部地区,青岛港和烟台港的直接经济腹地是山东、河南和河北南部,天津港的直接经济腹地主要是京津,秦皇岛港则是秦皇岛市和冀东、塞北、辽西地区(表1)。

表1 环渤海各主要港口的腹地及货源情况 Tab.1 The hinterland and source of the goods for major ports in the Bohai Bay		
主要港口	腹地分布	货物类别
大连港	直接经济腹地为大连市,经济腹地也包括黑龙江、吉林、辽宁及内蒙古自治区东部的呼伦贝尔盟、哲里木盟和赤峰市	煤炭、石油、金属矿、钢铁、矿建材料、木材、粮食、滚装、集装箱
营口港	辽宁、吉林、黑龙江三省和内蒙古东部地区	矿石、钢铁、木材、水泥、粮食、建筑材料、化工材料及其制品
青岛港	青岛市、山东及河南、河北和山西部分地区	煤炭、矿石、原油、集装箱
烟台港	直接经济腹地主要是烟台市,间接腹地地为山东、山西、河北、河南以及京津	集装箱、客货滚装、综合散杂货
天津港	经济腹地以京津、华北以及西北等地区为主,间接经济腹地包括山西、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、内蒙古、西藏等地区	煤炭、粮食、杂货、矿石、集装箱、石化产品
秦皇岛港	秦皇岛市和冀东、塞北、辽西地区	煤炭、原油、矿石、散杂货

收稿日期: 2011-10-14; 修回日期: 2012-07-20

基金项目: 国家社会科学基金项目(11CGL077);上海市重点学科建设项目(S30601);上海海事大学科研基金项目(20110027);上海高校青年教师培养资助计划项目(shs11016)

作者简介: 陈继红(1981-),男,湖北黄冈市人,讲师,博士,主要从事交通运输经济与管理研究,(E-mail)cxjh2004@163.com。

货物运输方面,大连港和营口港主要货源是资源型货物,主要是东北的煤炭、黑色金属、石油、木材等。山东省目前正在打造山东半岛城市群,迎接日本、韩国的

产业转移,构建我国北方重要的制造业基地,为青岛港和烟台港提供了丰富的货源基础^[4]。天津港作为综合大港,靠近北京,腹地和货源比较固定。环渤海湾主要港口货物吞吐量见表 2。

表 2 环渤海湾主要港口 2002—2010 年吞吐量 亿 t

Tab.2 The throughput of main

ports in the Bohai Bay during 2002—2010

10⁸t

主要港口	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
大连港	1.09	1.26	1.45	1.71	2.00	2.23	2.46	2.72	3.13
营口港	0.13	0.40	0.60	0.75	0.95	1.22	1.51	1.76	2.25
天津港	1.29	1.62	2.06	2.41	2.58	3.09	3.56	3.81	4.35
秦皇岛港	1.12	1.26	1.50	1.69	2.05	2.49	2.52	2.49	2.57
青岛港	1.22	1.41	1.63	1.87	2.24	2.65	3.00	3.15	3.53
烟台港	0.27	0.29	0.34	0.45	0.61	1.01	1.12	1.24	1.52

说明:从 2007 年起,烟台港包括原烟台港和龙口港,以往年度数据为原烟台港数据。

2 港口发展评价指标与 AHP 方法

美国运筹学家萨蒂提出的 AHP 层次分析法,是一种定性和定量的决策分析方法,常用于多目标、多准则的非结构化的复杂决策问题,具有广泛的实用性^[5]。

港口竞争力强弱是由重要程度不同的多种因素决定的,是个复杂的系统^[6]。主要由港口硬件能力、区域辅助条件、港口腹地实力和港口软实力等重要因素共同决定^[7]。环渤海湾主要港口发展评价指标体系见图 1。

3 环渤海湾主要港口发展评价实证

3.1 构造判断矩阵

构造判断矩阵是为了求出每一层次的元素对上一层层次某元素的权重。构造判断矩阵的关键在于设计一种特定的成对比较判断两因素相对重要程度的标准法



图 1 环渤海主要港口综合发展水平评价体系

Fig.1 Evaluation system for integrated development level of major ports in the Bohai Bay

则^[8],萨蒂教授引用的“1~9 标度方法”,其各级标度的含义如表 3 所示。

表 3 “1~9 标度方法”各级标度的含义

Tab.3 Meanings at

all levels of scale for“1 to 9 scale method”

判断尺度	定义	含义
1	同样重要	两元素相比,同等重要
3	稍微重要	两元素相比,前者比后者稍微重要
5	明显重要	两元素相比,前者比后者明显重要
7	强烈重要	两元素相比,前者比后者强烈重要
9	极端重要	两元素相比,前者比后者绝对重要
2,4,6,8	相邻标度中值	介于上述相应两个相邻判断尺度的中间
标度倒数	反比较	上述两两比较结果的反比较

准则层的判断矩阵 S_{A-B} :即相对于目标层 A 的次级判断矩阵,表示准则层各准则之间的相互对比关系,即 B_{ij} 是 B_i 相对于 B_j 的重要程度。综合各个专家调研结果,剔除无效样本,选取有效样本,综合计算准则层的判断矩阵,即:

$$S_{A-B} = \begin{bmatrix} B_{11} & \cdots & B_{14} \\ \vdots & & \vdots \\ B_{41} & \cdots & B_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.200 & 0.111 & 0.500 \\ 5.000 & 1.000 & 0.500 & 2.000 \\ 9.000 & 2.000 & 1.000 & 5.000 \\ 2.000 & 0.500 & 0.200 & 1.000 \end{bmatrix}。$$

同理:

$$S_{B_1-C} = \begin{bmatrix} 1.000 & 3.667 & 8.000 & 4.000 & 6.000 \\ 0.273 & 1.000 & 4.000 & 1.500 & 1.500 \\ 0.125 & 0.250 & 1.000 & 0.333 & 0.750 \\ 0.250 & 0.667 & 3.000 & 1.000 & 1.667 \\ 0.167 & 0.667 & 1.333 & 0.600 & 1.000 \end{bmatrix}；$$

$$S_{B_2-C} = \begin{bmatrix} 1.000 & 6.000 & 2.500 \\ 0.167 & 1.000 & 0.500 \\ 0.400 & 2.000 & 1.000 \end{bmatrix}；$$

$$S_{B_3-C} = \begin{bmatrix} 1.000 & 4.000 & 6.000 \\ 0.250 & 1.000 & 3.000 \\ 0.167 & 0.333 & 1.000 \end{bmatrix}；$$

$$S_{B_4-C} = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.400 & 0.154 & 0.118 & 0.667 \\ 2.500 & 1.000 & 0.250 & 0.167 & 2.000 \\ 6.500 & 4.000 & 1.000 & 0.500 & 5.500 \\ 8.500 & 6.000 & 2.000 & 1.000 & 7.500 \\ 1.500 & 0.500 & 0.182 & 0.133 & 1.000 \end{bmatrix}。$$

3.2 指标相对权重计算

AHP 模型通过算取权重来区分方案的优劣程度,权重表示方案的优劣程度,其数值介于 0~1 之间,数值越大,方案越优。对判断矩阵 S 各指标相对上层目标的权重用列和法计算公式如下:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(B_{ij} / \sum_{i=1}^n B_{ij} \right)。$$
(1)

$w_i = (w_1, w_2, \cdots, w_n)^T$ (T 表示矩阵转置) 为各个因素相对上层的权重值。根据以上公式,可计算出准则层各指标相对于单级目标层的权重,具体结果为:

$$w_{B-A} = (0.058, 0.280, 0.541, 0.121)^T ;$$
$$w_{C-B_1} = (0.533, 0.180, 0.056, 0.139, 0.092)^T ;$$
$$w_{C-B_2} = (0.643, 0.114, 0.243)^T ;$$
$$w_{C-B_3} = (0.685, 0.221, 0.093)^T ;$$
$$w_{C-B_4} = (0.042, 0.093, 0.313, 0.496, 0.056)^T 。$$

3.3 矩阵一致性检验

判断矩阵的一致性检验,是用来判断权系数的计算是否合理。若判断矩阵有满意的一致性,它的最大特征值会稍大于矩阵的阶数^[8]。对于判断矩阵 S ,一致性检验的公式如下:

$$SW = \lambda_{\max} W。$$
(2)

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(SW)_i}{w_i}。$$
(3)

$$I_C = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}。$$
(4)

$$R_C = \frac{I_C}{I_R}。$$
(5)

式中: SW 为矩阵相乘; I_C 为一致性指标; R_C 为一致性比率; I_R 为平均一致性指标,其取值与矩阵阶数有关,当矩阵阶数为 1 和 2 时, $I_R = 0$; 当矩阵阶数为 3~8 时,其取值分别为 0.58, 0.90, 1.12, 1.26, 1.36, 1.41。根据上述一致性检验公式求出指标层判断矩阵检验结果(表 4)。

表 4 指标层判断矩阵检验结果

Tab.4 Test results of decision matrix of indicators layer

层级	判断矩阵	λ_{\max}	I_C	R_C
准则层	S_{A-B}	4.010	0.003	0.003
	S_{B_1-C}	5.151	0.038	0.031
指标层	S_{B_2-C}	3.007	0.007	0.012
	S_{B_3-C}	3.109	0.055	0.094
	S_{B_4-C}	5.291	0.073	0.061

总的矩阵进行检验,检验如下:

$$R_C = \frac{0.058 \times 0.038 + 0.280 \times 0.007 + 0.541 \times 0.055 + 0.121 \times 0.073}{0.058 \times 1.2 + 0.280 \times 0.58 + 0.541 \times 0.58 + 0.121 \times 1.2} = 0.062。$$

当 $R_C \leq 0.1$ 时,判断为矩阵是合理的。通过表 4 可以看出,各矩阵的 R_C 值都小于 0.1,并且总的矩阵也小于 0.1,所以 5 个判断矩阵均是合理的。

3.4 单项指标层次总权重

最后得出各子指标相对总目标的权重系数。计算公式为:

$$w_{C_i-A} = w_{C_i-B_j} \times w_{B_j-A}。$$
(6)

式中: $i = 1 \cdots 16, j = 1 \cdots 5$ 。以此可计算单项指标 C_1 至 C_{16} 相对于目标层的总权重分别为 0.031, 0.015, 0.003, 0.008, 0.006, 0.180, 0.032, 0.068, 0.370, 0.119, 0.052, 0.005, 0.011, 0.038, 0.060, 0.007。

3.5 实证数据采集与评价得分

原始数据如表 5。评判指标间通常有不同的量纲和数量级,进行 AHP 方法应用评价时,必须对数据进行规范化处理,将所有数据转换成(0,10)区间的分值。其中,专家调研数据直接打分,无需转换。对于统计数据,数据规范处理转换方法如下:以 k 表示港口标记($k \in \{ \text{大连港, 营口港, 天津港, 秦皇岛港, 青岛港, 烟台港} \}$);以 i 表示评价指标代号($i = 1, 2, \cdots, 16$)。用下面公式将原始数值 C_{ki} 变成无量纲值 0~10 之间的得分值 $C_{ki}^* \in (0, 10)$ 。

戒下型指标,例如港口吞吐量,港口装卸能力等:

$$C_{ki}^* = \frac{C_{ki} - \min_k C_{ki}}{\max_k C_{ki} - \min_k C_{ki}} \times 10。$$
(7)

戒上型指标,例如航道水深条件(负数)等:

$$C_{ki}^* = \frac{\min_k C_{ki} - C_{ki}}{\max_k C_{ki} - \min_k C_{ki}} \times 10。$$
(8)

通过对各港口主要的 16 项子指标进行数据收集和问卷调查,并进行规范化处理,可以得出反映大连港、营口港、天津港、秦皇岛港、青岛港以及烟台港单项竞争力的各项得分,然后将各项得分乘以对应子指标权重系数来进行修正,即可求出各个港口的综合发展水平评估结果。计算的数学模型如下:

$$Z = \sum_{i=1}^{16} w_{C_i-A} Y_i。$$
(9)

式中: Z 为港口综合竞争力评价指数; w_{C_i-A} 为指标 C_i 相对总目标 A 的权重; Y_i 为 C_i 指标的单项分数。根据公式(9),得到环渤海湾主要港口综合发展水平得分为:大连港 7.859; 营口港 6.195; 天津港 8.544; 秦皇岛港 6.990; 青岛港 8.523; 烟台港 7.137。

根据以上评价结果可知,环渤海湾内天津港和青岛港的综合发展水平相对最优,其次是大港港。烟台港、秦皇岛港和营口港等可以作为上述三大港口的重要辅

表 5 中国环渤海湾主要港口发展评价单项指标数据

Tab.5 Datum of individual indicators for development evaluation of major ports in the China Bohai Bay

单项指标 C	大连港	营口港	天津港	秦皇岛港	青岛港	烟台港	数据来源
C ₁ / 亿 t	3. 13	2. 25	4. 35	2. 57	3. 53	1. 52	统计数据
C ₂ / 台	1 034	682	1 184	428	752	600	统计数据
C ₃ / 万 m ²	180	76. 63	240	113. 20	291. 70	150	统计数据
C ₄ / 艘	157	32	120	46	176	54	统计数据
C ₅ / 个	84	33	57	46	140	72	统计数据
C ₆ /m	- 17. 50	- 17	- 19. 50	- 16. 50	- 21	- 17	统计数据
C ₇	7. 41	7. 08	8. 10	7. 24	7. 92	7. 21	专家调研
C ₈	7. 32	8. 15	8. 17	7. 41	8. 41	8. 03	专家调研
C ₉ / 亿元	5 150	1 002	9 180	3 806	5 666	4 358	统计数据
C ₁₀	7. 43	7. 22	8. 04	7. 51	8. 30	7. 44	专家调研
C ₁₁	7. 23	6. 20	7. 61	6. 07	8. 01	6. 02	专家调研
C ₁₂	7. 58	7. 03	7. 80	7. 45	8. 19	6. 61	专家调研
C ₁₃	7. 13	7. 71	7. 36	6. 57	8. 11	7. 26	专家调研
C ₁₄	8. 07	7. 39	8. 19	6. 67	8. 12	6. 56	专家调研
C ₁₅	7. 89	7. 54	8. 48	7. 14	8. 32	6. 48	专家调研
C ₁₆	7. 56	7. 27	7. 30	6. 45	7. 77	6. 56	专家调研

说明:统计数据源于公开统计数据,专家调研数据源于调研统计,由不同专家评分(0~10),剔除无效样本后取均值。

助港。根据本研究结果,结合交通运输部《全国沿海港口布局规划》对环渤海湾港口的规划,可将环渤海湾港口层次划分如下:辽宁沿海港口群,大连港作为枢纽港,营口港作为辅助港,丹东港、锦州港、葫芦岛港等港口作为支线港;山东沿海港口群,青岛港作为枢纽港,烟台港作为辅助港,日照港、威海港、龙口港等港口作为支线港;津冀沿海港口群,天津港作为枢纽港,秦皇岛港作为辅助港,京唐港、黄骅港等港口作为支线港。

4 结语

与长三角和珠三角等区域港口群相比,中国环渤海湾区域的港口发展层次地位相对不够明晰。因此,对中国环渤海主要港口发展布局分析及其层次划分的研究十分必要,有利于区域港口群体的合理规划和科学发展。港口系统是一个信息不完备的复杂经济系统,利用层次分析法评价区域港口发展水平,可以在信息不完全的条件下,扩大信息源,提高评价分析的可信度。本研究以环渤海湾主要港口为实证研究对象,基于大连港、营口港、天津港、秦皇岛港、青岛港、烟台港 6 个典型港口的调研数据,以 AHP 方法为基础,通过专家调查法和统计数据相结合的规范数据区分不同层面的指标来源和重要性程度,将定量与定性方法有机结合,得出比较客观的评价结果。研究表明,层次分析法是区域港口发展评价的有效方法,基于 AHP 的环渤海区域港口评价结果对我国东北亚国际航运中心建设和区域港口地位

的确定具有重要的借鉴意义。

参考文献:

[1] 杨静蕾,飞李欣. 港口群内港口间协调发展评价[J]. 上海海事大学学报,2009,30(3):54-58.

[2] Wang J J, Slack B. The Evolution of a Regional Container Port System;The Pearl River Delta[J]. Journal of Transport Geography,2000,8(4):263-275.

[3] 李宗森. 港口与环渤海区域经济发展研究[J]. 生产力研究,2010,25(11):144-148.

[4] Wei Yim Yapa, Jasmine S L Lam. Competition Dynamics between Container Ports in East Asia[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice,2006,40(1):35-51.

[5] 杜栋,庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京:清华大学出版社,2005:31-42.

[6] Gi-Tae Yeo, Michael Roe, John Dinwoodie. Evaluating the Competitiveness of Container Ports in Korea and China [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice,2008,42(6):910-921.

[7] 杨香凤. 基于粗糙集的港口竞争力评价模型[D]. 南昌:江西财经大学,2006.

[8] Gu-Tae Yeo, Dong-Wook Song. An Application of the Hierarchical Fuzzy Process to Container Port Competition; Policy and Strategic Implications [J]. Transportation, 2006,33(4):409-422.

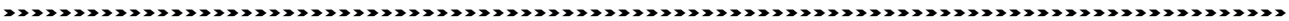
Layout and Level Division of the Development of Main Ports in the China Bohai Bay

Chen Jihong , Lu Yao

(College of Transport and Communications , Shanghai Maritime University , Shanghai 201306 , China)

Abstract: The sea port group in the Bohai Bay plays an important role in the development of its regional economy, and reasonably orienting and layout of the ports is the key factor for orderly development of the port group. This paper applies AHP method into evaluation for the development of the port group, analyzes the layout and status of major ports in the Bohai Bay, establishes an evaluation index system and models for development of major sea ports in the China Bohai Bay based on AHP method. Furthermore, application research has done for the major ports, such as Dalian Port, Yingkou Port, Qingdao Port, Yantai Port, Tianjin Port and Qinhuangdao Port. The empirical results show that the AHP method is very effective for the evaluation of the development of regional ports, the final score reflects the level of development of the port, which is helpful for improving of reasonable and orderly development of the port group in the Bohai Bay.

Key words: port;layout; evaluating; the Bohai Bay



(上接第 5 页)

[27] Cutter S L. The Vulnerability of Science and the Science of Vulnerability[J]. Annals of the Association of American Geographers,2003 ,93(1) :1 - 12.

[28] Polsky C, Neff R, Yarnal B. Building Comparable Global Change Vulnerability Assessments: The Vulnerability Scoping Diagram[J]. Global Environmental Change,2007 ,17(34) :472 - 485.

[29] 刘小茜,王仰麟,彭建. 人地耦合系统脆弱性研究进展[J]. 地球科学进展,2009 ,24(8) :917 - 927.

[30] Acosta-Michlik L, Espaldon V. Assessing Vulnerability of Selected Farming Communities in the Philippines Based on A Behavioural Model of Agent's Adaptation to Global Environmental Change[J]. Global Environmental Change,2008 ,18(4) :554 - 563.

Review on the Theoretical Model and Assessment Framework of Foreign Vulnerability Research

Huang Jianyi^{1,2}, Liu Yi¹, Ma Li¹, Li He³, Su Fei⁴

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resource Research , CAS , Beijing 100101 , China ; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences , Beijing 100049 , China ; 3. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology , CAS , Changchun 130012 , China ; 4. School of Tourism and City Administration , Zhejiang Gongshang University , Hangzhou 310018 , China)

Abstract: Currently, the vulnerability study has been widely applied in many research fields as a new paradigm, and achieved many useful results. However, some scholars have found that there are some important problems of the contradiction of the conclusion of different disciplines and duplication of work, as the result of the difference of the academic background and research perspective. So there is an urgent need for a viable theoretical model and assessment framework to integrate the theory and practice of vulnerability research. Based on the analysis of the evolution of vulnerability concept and research content, this paper makes a review of the theoretical model and assessment framework of foreign vulnerability research. The results show that the different explanation of the concept of vulnerability is the main factor which constrains the construction of the general vulnerability theoretical model and assessment framework. Considering the fact that it is unrealistic to achieve the unity of the concept of vulnerability in a short time and the new trends in the vulnerability research, the paper brought some requirements which should be taken seriously in the construction of general theoretical model and assessment framework for future vulnerability research, namely, the multi-scale of spatio-temporal, multi-perturbation, coupled system, and human cultural identity.

Key words: vulnerability; theoretical model; assessment framework; review