



基于模糊物元的沿海港口 物流综合服务水平评价与应用*

孟 威¹, 陈继红¹, 罗 萍², 朴南奎³, 何新华⁴

(1. 上海海事大学 交通运输学院, 上海 201306; 2. 国家发展和改革委员会综合运输研究所, 北京 100038;
3. 韩国东明大学港湾物流学院, 韩国 釜山 608711; 4. 上海海事大学 经济管理学院, 上海 201306)

摘要: 港口作为全球供应链的中心节点, 正在以各种方式参与到物流服务中, 大力发展港口物流已经成为我国许多沿海港口提高综合竞争力的首要选择。分析了港口物流综合服务水平的内涵, 提出了港口物流综合服务水平的构成框架, 建立了基于模糊物元的沿海港口物流综合服务水平评价指标体系与模型, 对我国大陆沿海典型港口的物流综合服务水平进行评价和比较的实证研究。实证算例分析结果表明, 应用模糊物元理论进行沿海港口物流综合服务水平评价是十分有效的, 该方法计算比较简便, 论证结论客观、合理, 对促进我国大陆沿海港口物流服务环境的建设有重要借鉴意义。

关键词: 港口物流; 综合服务水平; 模糊物元; 评价

中图分类号: U 691 文献标志码: A 文章编号: 1002-4972(2015)07-0041-06

Evaluation and application of comprehensive service level of port logistics of coastal ports based on fuzzy matter element method

MENG Wei¹, CHEN Ji-hong¹, LUO Ping², Nam-kyu PARK³, HE Xin-hua⁴

(1. College of Transport and Communications, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China;
2. Comprehensive Transportation Research Institute of National Development and Reform Commission, Beijing 100038, China;
3. School of Port Logistics, Tong Myong University, Busan 608711, Korea;
4. School of Economics & Management, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

Abstract: As the central knot of global logistics supply chain, a port is involved in logistics services in various ways. Developing port logistics becomes the first choice of many coastal ports of China to enhance their comprehensive competitiveness. This paper studies the concept of port logistics' comprehensive service level, puts forward the structure framework of port logistics' comprehensive service level, and establishes an evaluation index system and model for port logistics' comprehensive level of coastal port based on fuzzy element theory. Furthermore, the application and comparison research are carried out for the typical coastal port of Chinese mainland. The empirical study results show that the fuzzy matter-element theory used for the evaluation of coastal ports' logistics comprehensive service level is very effective, and this evaluation method combined qualitative and quantitative analysis is very practical and simple. The conclusion of evaluation is objective and reasonable, which is helpful for improving the service-environment construction of the main coastal port of Chinese mainland.

Keywords: port logistics; comprehensive service level; fuzzy matter element; evaluation

收稿日期: 2014-11-05

*基金项目: 国家自然科学基金项目 (51409157; 71473162); 教育部人文社会科学研究项目 (14YJC630008); 上海市教委科研创新项目 (14YZ109); 韩国东明新一代全球航运港口物流专家培养计划동명 차세대 글로벌 해운항만물류 전문인력 육성 사업단(동명 해전사); 上海海事大学基金项目 (20130457)

作者简介: 孟威 (1993—), 男, 硕士研究生, 从事港口规划与管理方面的研究工作。

20 世纪 80 年代以来,在逐渐形成的贸易自由化、世界经济全球化和国际运输市场一体化的大环境下,现代物流发展迅速,港口不再游离于生产、贸易和运输之外,仅具有传统的装卸、仓储功能。如今港口是经济、贸易发展的催化剂,能对周围地区和腹地产生巨大的辐射功能,推动地区乃至世界的经济和贸易发展。港口作为全球综合运输网络的节点,不仅有效连接了海上运输与陆路运输,同时也是货物中转、换装和集散的重要场所,这就决定了港口与生产制造企业、运输企业、仓储企业及销售企业等供应链上下游的节点企业之间有着密切的联系。正因为此,现代物流供应链中许多环节都发生在港口,并通过港口物流的功能来实现^[1]。

由此可见,随着经济全球化和现代物流的大力发展,港口作为全球物流供应链的关键节点,正在以各种方式参与到物流服务中,而且其发挥的作用也越来越明显。发展现代物流已经成为提高我国开放型港口城市国际竞争力的重要选择,“以港兴市”也已经是绝大多数港口城市的发展策略,港口物流发展的成功与否,对于一个城市乃至一个地区或国家都有着较大的影响^[2]。鉴于此,目前我国大陆沿海主要港口如上海、天津、深圳都在积极规划建设港口物流基地。

在港口物流发展的大背景下,我国沿海各大港口都在积极构筑物流中心节点,努力搭建融生产性、仓储性、流通性、中转性和信息集聚性为一体的物流综合服务平台,拓宽物流增值服务门类^[3]。选取了大连、天津、青岛、上海、宁波-舟山 5 个大陆沿海港口作为实证样本,构建了港口物流综合服务水平的评价指标体系,并运用基于模糊物元的评价模型对这 5 个港口的综合物流服务水平进行了评价分析^[4]。

1 港口物流综合服务水平构成

根据港口物流综合服务的内涵及关键要素,在充分体现港口物流系统的技术性、经济性、安

全性、时间性及可持续发展性原则指导下,将港口物流综合服务水平分为港口自然地理条件、港口物流基础设施服务水平、港口物流信息系统服务水平、港口物流的营运服务水平、相关配套产业生产服务水平和协调支持系统的服务水平 6 个部分。其中港口自然地理条件、港口物流基础设施、港口物流信息系统属于硬件服务设施,港口物流的营运服务水平、相关产业配套服务水平和协调支持系统的服务水平属于软环境服务水平,反映了港口物流的服务环境及发展潜力(图 1)。

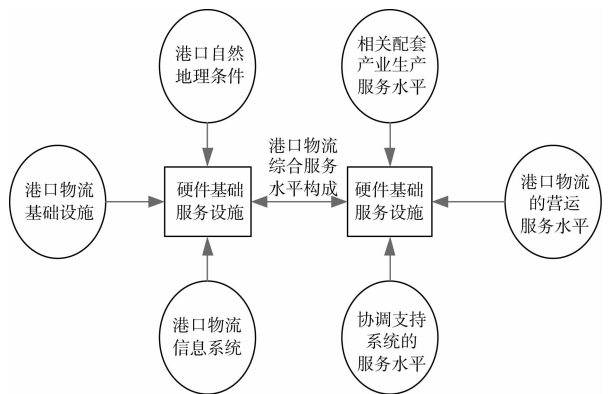


图 1 港口物流综合服务水平的构成体系

2 港口物流综合服务水平评价体系

港口物流综合服务水平评价与实证是对各港口样本进行优劣等级的划分。实证分析过程中选取科学合理的指标体系,运用相应的评价方法,对港口样本进行评价比较,最终得出一个总的优劣次序,同时各分项指标下也能做出相应的排名比较。

2.1 评价指标体系的基本特征

港口物流的发展要具备不同的服务功能或要素,各项功能与要素间相关关联、交互作用,从而形成系统的港口物流运作体系。从港口物流综合服务水平的构成来看,要建立港口物流综合服务水平的评价指标,总体上从硬实力和软环境两大主题出发,涉及 6 大层面^[5]。为了能够全面地评价港口物流系统,所选取的评价指标应具有以下特征:

1) 港口物流综合服务水平的评价指标要能清楚、简练、客观地描述港口物流综合服务水平,抓住影响港口物流的主要因素和本质特征,突出主要指标。

2) 指标的计算要便于计算机进行数据处理, 对于难以直接量化或统计数据不完整的指标, 在选取时应力求能够体现港口物流的关键因素, 不能做到的应适当摒弃。对于难以直接量化的指标, 采用专家调研打分获取指标数据。因此, 指标数据来源分为两大类, 即统计数据和专家调研^[6]。

3) 为了方便评价比较, 所选取的评价指标要严格遵循通用性和可比性的原则, 即各项指标在内涵、来源、时空及统计口径上要具有高度的对比性和可操作性。

4) 与单纯的评出名次和优劣相比, 港口物流综合服务水平评价更为重要的作用是分析评价结果, 继而做出正确决策来引导自身的港口物流综合服务朝着既定的目标和方向发展^[7]。因此, 评价指标要能做到对港口物流综合服务水平的提高和发展有着正确的导向作用。

2.2 港口物流综合服务水平评价指标

港口物流综合服务水平评价指标反映了港口在提供综合物流服务过程中的各类影响因素。遵循指标建立的基本原则, 结合我国沿海港口物流的发展阶段和主要特征, 建立了表 1 所示的评价指标^[8-9]。该指标体系主要由 3 层指标构成, 即第 1 层: 目标层, 港口物流综合服务水平 (**A**); 第 2 层: 准则层, 反映港口物流综合服务水平的 6 大层面 (**B**); 第 3 层: 指标层, 反映港口物流综合服务水平的细分指标 (**C**), 共 20 个指标^[6]。

对于表 1 中的定性指标 ($C_8 \sim C_{10}$ 、 C_{14} 、 $C_{17} \sim C_{20}$), 由于无法获得它们的统计数据, 采用专家打分法, 选择港口、航运物流企业、港航主管政府部门等作为评价人, 按照表 3 所示的标准进行打分 (0 ~ 10 分, 给的分数越高, 说明专家认为该港在某方面做的越好)。选择问卷调查的港口即为本文所选取的 5 个主要中国大陆沿海港口。

表 1 港口物流综合服务水平评价指标体系

准则层		指标层	数据来源
港口物流综合服务水平 A	港口自然地理条件 B₁	港口平均水深 C_1 /m	统计计算
		港口码头岸线长度 C_2 /km	统计计算
		港口年作业天数 C_3 /d	统计计算
	港口物流基础设施服务水平 B₂	港区陆域面积 C_4 /万 m ²	统计计算
		港口生产用泊位数 C_5 /个	统计计算
		码头泊位总数 C_6 /个	统计计算
		港口装卸运输设备数 C_7 /台	统计计算
	港口物流信息系统服务水平 B₃	管理系统信息化程度 C_8 /分	专家调研
		安全监控系统 C_9 /分	专家调研
		信息系统的快速反应能力 C_{10} /分	专家调研
	港口物流的营运服务水平 B₄	港口集装箱吞吐量 C_{11} /万 TEU	统计计算
		集装箱班轮航线覆盖面 C_{12} /条	统计计算
		港口货物吞吐量 C_{13} /万 t	统计计算
		港口集疏运能力 C_{14} /分	专家调研
	相关配套产业生产服务水平 B₅	港口所在城市 GDP C_{15} /亿元	统计计算
		港口所在城市货物进出口总额 C_{16} /亿美元	统计计算
		相关配套服务业的集聚程度 C_{17} /分	专家调研
	协调支持系统的服务水平 B₆	相关政策法律环境 C_{18} /分	专家调研
		产业科研情况 C_{19} /分	专家调研
		从业人员业务素质和专业水平 C_{20} /分	专家调研

注: $C_8 \sim C_{10}$ 、 C_{14} 、 $C_{17} \sim C_{20}$ 均为定性指标, 其余指标均为定量指标。

前述 5 个港口样本的评价指标数值见表 2。

表 2 我国沿海港口样本评价指标

港口	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}
上海港	15.0	122.9	315	500	612	1 183	3 256	9.87	9.58	9.56	3 252.94	382	63 740	5.74	20 181.72	4 367.58	9.90	9.87	9.85	7.83
青岛港	17.0	22.0	325	311	79	85	540	8.58	8.47	8.46	1 450.30	125	40 690	6.76	7 302.10	732.08	8.79	6.13	8.78	6.82
宁波-舟山港	18.2	78.4	350	958	601	665	843	9.56	8.90	9.24	1 617.48	202	74 401	8.92	7 434.15	965.73	9.51	9.56	9.11	7.80
天津港	14.8	34.0	320	240	148	159	1 184	9.23	9.02	9.11	1 230.30	296	47 697	9.13	12 893.88	1 156.23	9.23	9.69	9.35	7.76
大连港	14.0	40.7	305	195	206	231	1 041	8.13	8.45	8.22	806.42	289	37 426	6.17	7 002.80	641.13	8.42	6.21	8.93	6.39

注: 所有定量数据均更新至 2012 年, 数据来自国家统计局、各港口统计年鉴、各省市年度报告、政府官方网站及调研数据。

表 3 定性指标评价标准^[6]

分值	评价标准
9 ~ 10	非常优秀,绝对竞争优势,国内前 2 位
8 ~ 9	优秀,绝对竞争优势,国内前 5 位
7 ~ 8	良好,强竞争优势,国内前 10 位
6 ~ 7	较好,较强竞争优势,国内前 15 位
5 ~ 6	不错,超过平均水平,但缺乏明显优势,国内前 20 位
4 ~ 5	一般,平均水平
3 ~ 4	有限,略低于平均水平
2 ~ 3	较差,与平均水平有一定差距,将影响到整个港口物流系统的发展
1 ~ 2	差,与平均水平差距较大,对港口物流发展的影响很明显
0 ~ 1	很差,与平均水平差距很大,严重影响港口物流发展

港口物流综合服务水平的评价涉及到多个指标和多项因素,传统的论证方法往往以某项指标为主,其他指标作为辅助参考,带有很大的主观臆断性。实际上港口物流综合服务水平评价是一个多准则、多目标的交互式决策过程,依靠数学模型与方法来进行判断与决策可以减少由于决策者的主观模糊性而造成的系统误差,使得评价与分析结果更加科学合理。随着科技发展,有多种现代决策理论和方法应用于港口及物流领域。本文全面考虑影响我国沿海港口物流发展的各种因素,评价各个港口样本的综合服务水平,在评价分析方法上提供一种基于模糊物元的综合评价决策方法^[10-11]。

3 港口物流综合服务水平评价模糊物元方法

模糊物元分析是以“事物、特征、模糊量值”作为描述事物的基本元,从而对事物的特征和指标进行定性和定量计算^[12]。运用模糊物元的分析过程中,往往把研究对象加以抽象和简化成特定的模型,把特定指标的量值转化为从优隶属度来刻画。

3.1 港口物流综合服务水平评价模糊物元方法的基本步骤

沿海港口物流综合服务水平评价的模糊物元方法的基本步骤见图 2。

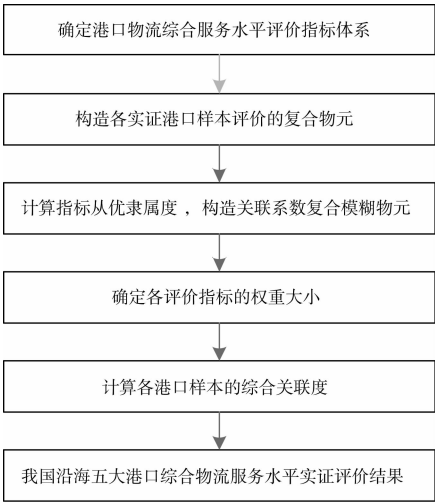


图 2 港口物流综合服务水平评价的模糊物元方法基本步骤

3.2 基于模糊物元的论证方法

3.2.1 构造复合模糊物元

以 M 表示事物, C 表示事物所具有的特征, x 为特征量值, 则物元 R 表示为:

$$R = \begin{bmatrix} M \\ C \quad x \end{bmatrix} \tag{1}$$

以 $\tilde{R}$ 表示模糊物元, 当特征量值 x 为模糊量值 $\mu(x)$, 即特征 C 相应量值 x 的隶属度, 则有模糊物元 $\tilde{R}$:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} M \\ C \quad \mu(x) \end{bmatrix} \tag{2}$$

一个系统往往涉及到多个事物和指标, 因此构造 m 个事物 n 维复合物元:

$$R_{m,n} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 \cdots M_m \\ C_1 x_{11} & x_{21} \cdots x_{m1} \\ C_2 x_{12} & x_{22} \cdots x_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_n x_{1n} & x_{2n} \cdots x_{mn} \end{bmatrix} \tag{3}$$

同理, 构造 m 个事物 n 维模糊复合物元:

$$\tilde{R}_{m,n} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & \mu(x_{11}) & \mu(x_{21}) \cdots & \mu(x_{m1}) \\ C_2 & \mu(x_{12}) & \mu(x_{22}) \cdots & \mu(x_{m2}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_n & \mu(x_{1n}) & \mu(x_{2n}) \cdots & \mu(x_{mn}) \end{bmatrix} \tag{4}$$

3.2.2 从优隶属度计算

所谓从优隶属度, 就是计算系统单项特征相应的模糊量值。优化原则如下:

$$\mu(x_{ji}) = \frac{x_{ji}}{\max x_{ji}} \quad j=1,2\cdots,m; i=1,2\cdots,n \quad (5)$$

从优隶属度计算的结果, 即得到式(4)中的 n 维隶属度模糊复合物元。

3.2.3 特征指标权重确定

确定各指标权重。可利用专家调查法和层次分析(AHP)赋权法相结合确定指标权重。 $w = \{w_i > 0, i = 1, 2, \cdots, n\}, \sum_{i=1}^n w_i = 1$, w_i 为复合物元第 i 个特征指标权重。由此可构造事物特征指标权重复合物元 R_w :

$$R_w = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 \cdots C_n \\ w_1 & w_2 \cdots w_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

3.2.4 模糊物元关联分析与评价结果

模糊物元关联分析即计算方案关联度, 根据方案的关联度大小即可确定相应的评价结果。可设 $\tilde{R}_K$ 表示由 m 个方案关联度组成的复合模糊物元, 结合权重复合物元, 则有:

$$\tilde{R}_K = R_w \times \tilde{R}_{mm} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ K_j & K_1 = \sum_{i=1}^n w_i \mu(x_{1i}) & K_2 = \sum_{i=1}^n w_i \mu(x_{2i}) \cdots K_m = \sum_{i=1}^n w_i \mu(x_{mi}) \end{bmatrix} \quad (7)$$

根据式(7)的计算结果, 即可比较得出各个方案的评价结果。

4 港口物流综合服务水平评价的实证分析

根据前述基于模糊物元的评价方法, 对本文所选取的 5 个中国大陆沿海港口样本进行评价实证研究。

4.1 建立港口样本复合模糊物元

根据表 2 中 5 个港口样本、20 项评价指标, 可建立 5 个样本 20 维复合物元, 记为 $R_{5,20}$, 其中 $P_j(j=1,2,\cdots,5)$ 表示第 j 个港口样本。可得 5 个港口 20 项特征指标的复合物元:

$R_{5,20} =$

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
C_1	15.0	17.0	18.2	14.8	14.0
C_2	122.9	22.0	78.4	34.0	40.7
C_3	315	325	350	320	305
C_4	500	311	958	240	195
C_5	612	79	601	148	206
C_6	1 183	85	665	159	231
C_7	3 256	540	843	1 184	1 041
C_8	9.87	8.58	9.56	9.23	8.13
C_9	9.58	8.47	8.90	9.02	8.45
C_{10}	9.56	8.46	9.24	9.11	8.22
C_{11}	3 252.94	1 450.30	1 617.48	1 230.30	806.42
C_{12}	382	125	202	296	289
C_{13}	63 740	40 690	74 401	476 97	37 426
C_{14}	5.74	6.76	8.92	9.13	6.17
C_{15}	20 181.72	7 302.10	7 434.15	12 893.88	7 002.80
C_{16}	4 367.58	732.08	965.73	1 156.23	641.13
C_{17}	9.90	8.79	9.51	9.23	8.42
C_{18}	9.87	6.13	9.56	9.69	6.21
C_{19}	9.85	8.78	9.11	9.35	8.93
C_{20}	7.83	6.82	7.80	7.76	6.39

4.2 确定样本指标从优隶属度

在表 1 所示的评价指标体系中, 20 个二级评价指标均为戒下型评价指标。依据戒下型指标的性质, 根据式(5)计算得出各港口样本各项指标的从优隶属度, 构造各港口的隶属度模糊复合物元:

$\tilde{R}_{5,20} =$

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
C_1	0.824 2	0.934 1	1.000 0	0.813 2	0.769 2
C_2	1.000 0	0.179 0	0.637 9	0.276 6	0.331 2
C_3	0.900 0	0.928 6	1.000 0	0.914 3	0.871 4
C_4	0.521 9	0.324 6	1.000 0	0.250 5	0.203 5
C_5	1.000 0	0.129 1	0.982 0	0.241 8	0.336 6
C_6	1.000 0	0.071 9	0.562 1	0.134 4	0.195 3
C_7	1.000 0	0.165 8	0.258 9	0.363 6	0.319 7
C_8	1.000 0	0.869 3	0.968 6	0.935 2	0.823 7
C_9	1.000 0	0.884 1	0.929 0	0.941 5	0.882 0
C_{10}	1.000 0	0.884 9	0.966 5	0.952 9	0.859 8
C_{11}	1.000 0	0.445 8	0.497 2	0.378 2	0.247 9
C_{12}	1.000 0	0.327 2	0.528 8	0.774 9	0.756 5
C_{13}	0.856 7	0.546 9	1.000 0	0.641 1	0.503 0
C_{14}	0.628 7	0.740 4	0.977 0	1.000 0	0.675 8
C_{15}	1.000 0	0.361 8	0.368 4	0.638 9	0.347 0
C_{16}	1.000 0	0.167 6	0.221 1	0.264 7	0.146 8
C_{17}	1.000 0	0.887 9	0.960 6	0.932 3	0.850 5
C_{18}	1.000 0	0.621 1	0.968 6	0.981 8	0.629 2
C_{19}	1.000 0	0.891 4	0.924 9	0.949 2	0.906 6
C_{20}	1.000 0	0.871 0	0.996 2	0.991 1	0.816 1

4.3 评价指标权重确定

通过专家调查并利用层次分析 (AHP) 赋权法, 确定指标层 C ($C_1 \sim C_{20}$) 在目标层 A 下的指标权重 R_w 。

$$R_w = \begin{pmatrix} 0.020\ 8, & 0.009\ 3, & 0.008\ 0, & 0.045\ 0, & 0.086\ 1, & 0.015\ 7, \\ 0.045\ 0, & 0.054\ 5, & 0.023\ 9, & 0.020\ 9, & 0.071\ 0, & 0.157\ 2, \\ 0.064\ 5, & 0.071\ 0, & 0.041\ 0, & 0.093\ 4, & 0.035\ 9, & 0.060\ 6, \\ 0.023\ 2, & 0.053\ 0 \end{pmatrix}$$

4.4 计算方案关联度与评价结果

应用式(7), 将权重 R_w 和 $\tilde{R}_{5,20}$ 的数值代入, 可得 5 个港口样本关联度组成的复合模糊物元 $\tilde{R}_K$:

$$\tilde{R}_K = \begin{bmatrix} P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & P_5 \\ K_j & 0.938\ 4 & 0.487\ 6 & 0.735\ 4 & 0.650\ 2 & 0.543\ 4 \end{bmatrix}$$

根据以上计算结果可知, 按关联度大小排序, 可得港口物流综合服务水平评价的实证结果为: 上海港 → 宁波-舟山港 → 天津港 → 大连港 → 青岛港。

即从港口物流综合服务的角度出发, 上海港的服务水平最高, 能够满足客户日益多元化和精细化的服务要求, 其次为宁波-舟山港和天津港。大连港和青岛港的综合服务水平则相对较差, 仅提供基本的生产服务及附加值较低的增值服务, 高附加值的衍生增值服务依旧处于起步阶段, 未来进一步发展的空间很大^[13]。

5 结语

港口物流综合服务水平的评价是一个多准则、多目标的交互式决策过程, 一般的评价方法往往不能对其进行科学合理的刻画。本文基于我国大陆沿海 5 大典型港口的统计调研数据, 以模糊物元理论为基础, 构建了相应的数学分析模型, 通过专家调研和层次分析法相结合的赋权法区分港口物流不同运作层面的重要性程度, 将定量与定性方法有机结合, 最终得出了较为客观的评价分析结果。结果表明, 模糊物元理论是研究沿海港口物流综合服务水平评价的有效方法。通过本研究各方案关联度的比较与分析结果, 得出上海港服务水平最高, 其次是宁波-舟山港和天

津港, 大连港和青岛港综合服务水平相对较差, 对我国大陆相关沿海港口物流综合服务水平的认知以及物流服务软实力提升也具有重要的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 顾波军. 港口物流供应链及其柔性化运作机制研究[J]. 科技管理研究, 2011(3): 120-123.
- [2] Wu Yen-Chun Jim, Goh Mark. Container port efficiency in emerging and more advanced markets[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2010, 46(6): 1 030-1 042.
- [3] Bae Hee-sung. The effect of market orientation on relationship commitment and relationship effectiveness of port logistics firms[J]. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 2012, 28(1): 105-134.
- [4] 万征, 张文欣, 张堤. 通过主成分分析研究比较港口物流发展趋势——以广州港为例[J]. 水运工程, 2007(8): 22-27.
- [5] 穆瑞, 张家泰. 基于灰色关联分析的层次综合评价[J]. 系统工程理论与实践, 2008, 28(10): 125-130.
- [6] 陈继红, 徐祥铭, 蒙健, 等. 沿海城市港口物流综合服务能力评价体系与应用[J]. 上海管理科学, 2014, 36(1): 24-30.
- [7] 陈继红, 真虹. 基于灰色关联的航运产业集群竞争力评价与应用[J]. 交通运输系统工程与信息, 2009, 9(5): 110-116.
- [8] 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.
- [9] 焦新龙. 港口物流绩效评价体系研究[D]. 西安: 长安大学, 2010.
- [10] 陈剑, 张玮. 基于 SCP 理论的我国港口物流绩效定量分析[J]. 武汉理工大学学报: 交通科学与工程版, 2007, 31(4): 668-671.
- [11] 许利枝, 汪寿阳. 港口物流预测研究: 基于 TEI@I 方法论[J]. 交通运输系统工程与信息, 2012, 12(1): 173-179.
- [12] 周晓光. 基于熵权的模糊物元决策[J]. 系统管理学报, 2009, 18(4): 454-458.
- [13] Wang James J, Cheng Michael C. From a hub port city to a global supply chain management center: a case study of Hong Kong[J]. Journal of Transport Geography, 2010, 18(1): 104-115.

(本文编辑 武亚庆)