

文章编号: 1672 - 058X(2009)05 - 0508 - 06

基于 GRA 和 AHP 的港口物流能力评价研究^{*}

徐 金 河

(健雄职业技术学院 商贸系, 江苏 太仓 215411)

摘 要: 在国内外相关研究文献的基础之上, 科学地选取了具有代表性的 14 项指标, 建立了全面评价港口物流能力的指标体系, 运用层次分析法 (AHP) 和灰色关联分析法 (GRA) 对我国长三角五大港口的物流能力进行了分析比较, 得到了这五大主要港口物流能力的评价值以及这五大港口之间横向比较的方法, 为我国港口企业的发展提供了一定的依据。

关键词: 物流能力; 层次分析法; 灰色关联分析

中图分类号: O221. 1

文献标志码: A

1 港口物流能力评价指标体系的构建

港口物流能力作为衡量港口流通能力的重要指标, 是港口发展规划的重要依据, 对提高港口的核心竞争力有着重要的意义。目前, 绝大多数港口在衡量物流能力大小时, 基本上是通过港口吞吐能力 (包括港口货物吞吐能力和港口集装箱吞吐能力) 指标来计算的。随着第三方物流的发展, 现代物流已不仅仅是传统意义上的运输和仓储, 而是一个复杂的有机整体^[1]。因此, 仅仅简单地计算港口的吞吐量来衡量港口物流能力未免缺乏合理性, 更不能对港口物流发展规划起到现实的指导意义, 满足不了现代港口物流系统对物流能力评价的要求。港口物流能力应该是指整个港口物流系统的综合能力, 除了港口的吞吐能力外, 还包括诸多因素, 这些因素之间相互影响, 相互作用, 共同组成了一个有机的整体。

结合港口物流过程的特点, 考虑上述能力指标的构建原则, 把港口物流能力指标分为四大类, 即港口物流规模能力、运作能力、港口腹地经济可持续发展能力和港口物流要素能力。各类指标所包含的二级指标以及它们之间的关系如表 1 所示, 下面将对各类指标进行详细说明^[2,3]。

2 港口物流能力评价选择方法及模型

2.1 确定指标权重

层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, AHP) 是由美国匹兹堡大学教授 T·L·Saaty 于 20 世纪 70 年代中期提出的。它是将复杂问题分解为多个组成因素, 并将这些因素按支配关系进一步分解, 按目标层、准则层、指标层排列起来, 形成一个多目标、多层次的模型, 形成有序的递阶层次结构。通过两两比较的方式确定层次中诸因素的相对重要性, 然后综合评估主体的判断确定诸因素相对重要性的总顺序。层次分析法的基本思想就是将组成复杂问题的多个元素权重的整体判断转变为对这些元素进行“两两比较”, 然后再转

收稿日期: 2009 - 08 - 30; 修回日期: 2009 - 09 - 30。

^{*}项目资助: 太仓市科技局软课题: 太仓港港口物流发展趋势研究 (TC 08-RKX 01)。

作者简介: 徐金河 (1973 -), 男, 江苏宿迁人, 讲师, 硕士研究生, 高级物流师, 从事现代物流管理研究。

为对这些元素的整体权重进行排序判断,最后确立各元素的权重^[4]。

表 1 港口物流能力评价系统层次结构列表

目标层	准则层	指标层
港口 物流 能力 指标 体系 A	港口物流规模能力 B1	港口物流吞吐能力 C1
		港口航线的覆盖能力 C2
		港口物流系统的集疏运能力 C3
	港口物流运作能力 B2	物流信息管理能力 C4
		人力资源管理能力 C5
		港口库场管理能力 C6
		物流管理创新能力 C7
港口 物流 能力 指标 体系 A	腹地经济可持续发展能力 B3	腹地经济总体贡献能力 C8
		腹地外贸进出口额贡献能力 C9
		低污染的港口物流服务能力 C10
	港口物流要素能力 B4	流通加工能力 C11
		物流机械设备作业能力 C12
		港区生产用仓库面积能力 C13
		港口泊位能力 C14

2.2 选择评价方法

1982年,邓聚龙教授提出灰色关联分析法(Grey Relation Analysis, GRA)。灰色关联分析是基于行为因子序列的微观或宏观几何接近,以分析和确定因子间的影响程度或因子对主行为的贡献程度而进行的一种分析方法。灰色关联分析实质上就是比较数列曲线几何形状的接近程度。一般来说,几何形状越接近,变化趋势也就越接近,关联度就越大。因而在进行关联度分析时,必须先确定参考数列,然后比较其他数列同参考数列的接近程度,这样才能对其他数列进行比较,进而做出判断^[5,6]。

采用灰色关联分析来评价港口物流能力的基本思路是:以被评价港口的各项指标作为比较数列,以各项指标对应的最佳值作为参考数列,求关联度。关联度越大,说明被评价港口的竞争力越强,反之,则竞争力越弱。

2.3 模型的建立

为了能对港口物流能力进行动态评价,提高评价与选择的准确性,将上述的 AHP 赋权法和灰色关联分析法进行组合,建立了基于 AHP 与灰色关联分析法的评价选择模型,以此来进行港口物流能力的评价^[7-9]。具体流程如图 1 所示。

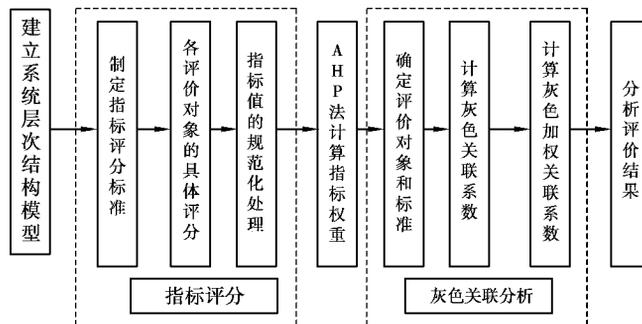


图 1 基于 AHP 和 GRA 的选择评价模型

3 实例分析

根据国内港口的实际情况,以上海港、宁波港、太仓港、张家港港、常熟港为评价对象,并邀请多名港口物流专家作为本次咨询组成员。

3.1 用 AHP法确定指标层 14个评价指标的权重向量

(1) 建立各个层次的判断矩阵。在优选港口物流评价指标的过程中,对各层以各自的上层要素为准则进行两两比较,建立各层的判断矩阵。

表 2 A-B 判断矩阵

A	B1	B2	B3	B4	W _i
B1	1.000 0	4.000 0	2.000 0	5.000 0	0.506 5
B2	0.250 0	1.000 0	0.500 0	2.000 0	0.142 4
B3	0.500 0	2.000 0	1.000 0	3.000 0	0.265 1
B4	0.200 0	0.500 0	0.333 3	1.000 0	0.086 1

$$\max = 4.021 2 \quad C.I. = 0.007 1 \quad R.I. = 0.90 \quad C.R. = 0.007 9 < 0.1$$

表 3 B1-C 判断矩阵

B1	C1	C2	C3	C4	W _i
C1	1.000 0	4.000 0	7.000 0	1.000 0	0.420 5
C2	0.250 0	1.000 0	3.000 0	0.250 0	0.120 3
C3	0.142 9	0.333 3	1.000 0	0.166 7	0.054 6
C4	1.000 0	4.000 0	6.000 0	1.000 0	0.404 6

$$\max = 4.050 8 \quad C.I. = 0.0169 \quad R.I. = 0.90 \quad C.R. = 0.0188 < 0.1$$

表 4 B2-C 判断矩阵

B2	C5	C6	C7	W _i
C5	1.000 0	0.200 0	0.333 3	0.105
C6	5.000 0	1.000 0	3.000 0	0.637
C7	3.000 0	0.333 3	1.000 0	0.258

$$\max = 3.039 \quad C.I. = 0.02 \quad R.I. = 0.52 \quad C.R. = 0.039 < 0.1$$

表 5 B4-C 判断矩阵

B4	C8	C9	C10	W _i
C8	1.000 0	4.000 0	5.000 0	0.673 8
C9	0.250 0	1.000 0	3.000 0	0.225 5
C10	0.200 0	0.333 3	1.000 0	0.100 7

$$\max = 3.086 9 \quad C.I. = 0.043 5 \quad R.I. = 0.58 \quad C.R. = 0.074 9 < 0.1$$

表 6 B3-C 判断矩阵

B3	C11	C12	C13	C14	W _i
C11	1.000 0	4.000 0	7.000 0	4.000 0	0.560 6
C12	0.250 0	1.000 0	3.000 0	0.333 3	0.121 8
C13	0.142 9	0.333 3	1.000 0	0.125 0	0.047 9
C14	0.250 0	3.000 0	8.000 0	1.000 0	0.269 7

$$\max = 4.249 2 \quad C.I. = 0.083 1 \quad R.I. = 0.90 \quad C.R. = 0.0923 < 0.1$$

(2) 总排序由上到下进行计算。B 层对于 A 层的总排序就是矩阵 A 的权值, C 层对于 A 层的总排序计算方法 and 总的一致性指标检验在前面已经叙述, 权值计算和一致性指标见表 7。

表 7 C 层权值排序计算表

C	B1	B2	B3	B4	C 层次权值总排序
	0.5056	0.1424	0.2651	0.0861	
C1	0.6738	0	0	0	0.340673
C2	0.2255	0	0	0	0.114013
C3	0.1007	0	0	0	0.050914
C4	0	0.5606	0	0	0.079829
C5	0	0.1218	0	0	0.017344
C6	0	0.0479	0	0	0.006821
C7	0	0.2697	0	0	0.038405
C8	0	0	0.105	0	0.027836
C9	0	0	0.637	0	0.168869
C10	0	0	0.258	0	0.068396
C11	0	0	0	0.4205	0.036205
C12	0	0	0	0.1203	0.010358
C13	0	0	0	0.0546	0.004701
C14	0	0	0	0.4046	0.034836

由表 7 可知评价指标的权重分配向量 W 为:

$$W = (0.340673, 0.114013, 0.050914, 0.079829, 0.017344, 0.006821, 0.038405, 0.027836, 0.168869, 0.068396, 0.036205, 0.010358, 0.004701, 0.034836)^T$$

3.2 确定评价指标矩阵及关联系数矩阵

用长三角的上海港、宁波港、太仓港、张家港港、常熟港 5 家港口来进行比较。

表 8 各参考指标与理想指标的评价指标值

准则层	指标层	上海 D1	宁波 D2	太仓 D3	张家港 D4	常熟 D5	理想指标 D0
港口物流规模能力 B1	港口物流吞吐能力 C1	2 800.6	1 084.6	145.05	80	30.53	2 800.6
	港口航线的覆盖能力 C2	优	优	中	良	差	优
	港口物流系统的集疏运能力 C3	优	良	中	中	中	优
港口物流运作能力 B2	物流信息管理能力 C4	优	良	良	优	良	优
	人力资源管理能力 C5	良	差	中	良	中	良
	港口库场管理能力 C6	优	良	良	优	中	优
	物流管理创新能力 C7	优	良	良	良	中	优
腹地经济可持续发展能力 B3	腹地经济总体贡献能力 C8	13 698.15	3 964.1	528.02	1 250	1 280	13 698.15
	腹地外贸进出口额贡献能力 C9	3 221.38	650	74.2	214.8	128.96	3 221.38
	低污染的港口物流服务能力 C10	优	中	良	中	良	优
港口物流要素能力 B4	流通加工能力 C11	优	优	良	优	良	优
	物流机械设备作业能力 C12	优	优	优	优	良	优
	港区生产用仓库面积能力 C13	30.1	29.4	17	17.31	2.9	30.1
	港口泊位能力 C14	优	优	差	中	差	优

对定性指标采用优、良、中、差、劣 5 个等级, 相应的隶属度为 0.9、0.7、0.5、0.3、0.1。

(1) 评价指标矩阵的建立和规范化。由表 8 中的数据可得 5 个港口各个指标值和理想指标值的评价判

断矩阵:

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} X_0 \\ X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2\ 800\ 6 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 7 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 9 & 13\ 698\ 15 & 3\ 221\ 38 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 9 & 30\ 1 & 0\ 9 \\ 2\ 800\ 6 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 7 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 9 & 13\ 698\ 15 & 3\ 221\ 38 & 0\ 9 & 0\ 9 & 0\ 9 & 30\ 1 & 0\ 9 \\ 1\ 084\ 6 & 0\ 9 & 0\ 7 & 0\ 7 & 0\ 3 & 0\ 7 & 0\ 7 & 0\ 7 & 3\ 964\ 1 & 650 & 0\ 5 & 0\ 9 & 0\ 9 & 29\ 4 & 0\ 9 \\ 145\ 05 & 0\ 5 & 0\ 5 & 0\ 7 & 0\ 5 & 0\ 7 & 0\ 7 & 0\ 7 & 528\ 02 & 74\ 2 & 0\ 7 & 0\ 7 & 0\ 9 & 17 & 0\ 3 \\ 80 & 0\ 7 & 0\ 5 & 0\ 9 & 0\ 7 & 0\ 9 & 0\ 7 & 0\ 7 & 1\ 250 & 214\ 8 & 0\ 5 & 0\ 9 & 0\ 9 & 17\ 31 & 0\ 5 \\ 30\ 53 & 0\ 3 & 0\ 5 & 0\ 7 & 0\ 5 & 0\ 5 & 0\ 5 & 0\ 5 & 1\ 280 & 128\ 96 & 0\ 7 & 0\ 7 & 0\ 7 & 2\ 9 & 0\ 3 \end{bmatrix}$$

矩阵 \bar{X} 进行规范化得到规范化矩阵:

$$S = \begin{bmatrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 \\ 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 \\ 0\ 39 & 1\ 00 & 0\ 78 & 0\ 78 & 0\ 43 & 0\ 78 & 0\ 78 & 0\ 29 & 0\ 21 & 0\ 56 & 1\ 00 & 1\ 00 & 0\ 98 & 1\ 00 & 1\ 00 \\ 0\ 52 & 0\ 56 & 0\ 56 & 0\ 78 & 0\ 71 & 0\ 78 & 0\ 78 & 0\ 04 & 0\ 02 & 0\ 78 & 0\ 78 & 1\ 00 & 0\ 56 & 0\ 33 & 0\ 33 \\ 0\ 03 & 0\ 78 & 0\ 56 & 1\ 00 & 1\ 00 & 1\ 00 & 0\ 78 & 0\ 09 & 0\ 07 & 0\ 56 & 1\ 00 & 1\ 00 & 0\ 58 & 0\ 56 & 0\ 56 \\ 0\ 01 & 0\ 33 & 0\ 56 & 0\ 78 & 0\ 71 & 0\ 56 & 0\ 56 & 0\ 09 & 0\ 04 & 0\ 78 & 0\ 78 & 0\ 78 & 0\ 1 & 0\ 33 & 0\ 33 \end{bmatrix}$$

(2) 关联系数矩阵 E 的确定。

由矩阵 S 得:

$$\text{Min}_i \text{Min}_j (s_j^0 - s_{ij}) = 0\ 00; \text{Max}_i \text{Max}_j (s_j^0 - s_{ij}) = 0\ 99$$

将此结果和分辨率系数 $\alpha = 0\ 5$ 代入公式:

$$e_{ij} = \frac{\min_i \min_j |s_j^0 - s_{ij}| + \max_i \max_j |s_j^0 - s_{ij}|}{|s_j^0 - s_{ij}| + \max_i \max_j |s_j^0 - s_{ij}|}$$

得关联系数:

$$= \frac{0\ 495}{(s_j^0 - s_{ij}) + 0\ 495}$$

由上式可得关联度系数矩阵 E :

$$E = \begin{bmatrix} 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 \\ 0\ 448 & 1\ 000 & 0\ 692 & 0\ 692 & 0\ 465 & 0\ 692 & 0\ 692 & 0\ 411 & 0\ 385 & 0\ 529 & 1\ 000 & 1\ 000 & 0\ 961 & 1\ 000 & 1\ 000 \\ 0\ 508 & 0\ 529 & 0\ 529 & 0\ 692 & 0\ 631 & 0\ 692 & 0\ 692 & 0\ 340 & 0\ 336 & 0\ 692 & 0\ 692 & 1\ 000 & 0\ 529 & 0\ 425 & 0\ 425 \\ 0\ 338 & 0\ 692 & 0\ 529 & 1\ 000 & 1\ 000 & 1\ 000 & 0\ 692 & 0\ 352 & 0\ 347 & 0\ 529 & 1\ 000 & 1\ 000 & 0\ 541 & 0\ 529 & 0\ 529 \\ 0\ 333 & 0\ 425 & 0\ 529 & 0\ 692 & 0\ 631 & 0\ 529 & 0\ 529 & 0\ 352 & 0\ 340 & 0\ 692 & 0\ 692 & 0\ 692 & 0\ 355 & 0\ 425 & 0\ 425 \end{bmatrix}$$

3.3 计算方案综合关联度

根据关联系数矩阵 E 、指标权重相向量 W 得到综合判断矩阵:

$$R = E \times W = [0\ 999\ 2 \quad 0\ 595\ 1 \quad 0\ 524\ 0 \quad 0\ 523\ 8 \quad 0\ 442\ 4]$$

表 9 各个港口的综合关联度

港口	上海港	宁波港	太仓港	张家港	常熟港
综合关联度 r	0.999 2	0.595 1	0.524 0	0.523 8	0.442 4

4 评价结果

4.1 评价结果分析

从评价指标权重分配向量 w 可以看出,在对某一港口物流能力进行评价时,港口物流的吞吐能力仍然是衡量其物流能力大小的主要指标,其权重最大为 0.340 673,这与目前绝大多数港口用其吞吐量来评价港

口物流能力是相吻合的。但是从表 7 可以看出,仅仅用港口吞吐量来衡量港口物流能力具有一定的局限性,要综合考虑港口航线的覆盖能力、腹地外贸进出口额贡献能力和物流信息管理能力等。

从表 9 可知,综合关联度 $r_1 > r_2 > r_3$ $r_4 > r_5$,即 5 个港口的物流能力先后顺序为:上海港、宁波港、太仓港、张家港港、常熟港。太仓港和张家港港数值差不多,物流能力相差不多。

4.2 评价结果对提高我国港口物流能力的启示

(1) 在港口物流能力指标体系中,港口物流规模能力基本上决定了一个港口的综合物流能力,权重占到总权重的 50.4%。总体来说,良好的港口区位条件能够为港口带来充足的货源,从而推动港口物流能力的较大提高。

(2) 港口物流运作能力权重占到总权重的 14.1%,物流信息管理能力起关键作用,占到 7%,说明在以后的港口发展中,要特别重视物流信息管理能力。

(3) 腹地经济可持续发展能力是每个港口提高物流能力的基础,腹地良好的经济发展形势为港口物流提供了良好保障。腹地经济可持续发展能力权重占到总权重的 26.5%。

总之,提高港口物流的规模能力是全面提升港口物流能力的基础,港口物流的要素能力是制约我国港口物流能力发展最为关键的因素,提高我国港口物流运作能力是实现港口企业现代化管理的必然选择,港口腹地经济的发展能力是提高港口物流能力的有力保障。

参考文献:

- [1] KHALID B CHOU, GRAY R. A Logistics and supply chain management approach to port performance measurement[J]. Maritime Policy & Management, 2003, 31 (1): 47-67
- [2] 汪玲,魏然,李克娜,等.港口物流系统的重构与评价指标体系的建立[J].物流技术,2005(2):13-15
- [3] 巫汝春.港口物流能力评价体系研究[D].武汉:武汉理工大学,2006
- [4] 汪应洛.系统工程[M].北京:机械工业出版社,2003
- [5] 周溪召.物流系统工程[M].上海:上海财经大学出版社,2004
- [6] 何明柯.物流系统论[M].北京:高等教育出版社,2004
- [7] 韩朋,左洪福.基于 AHP 与灰色关联分析法的航空发动机维修供应商评价与选择研究[J].价值工程,2008(12):16-19
- [8] 白炜,王志伟.基于灰色关联和层次分析的家用热水器方案优化[J].可再生能源,2008(8):73-77
- [9] 肖汉雄,熊玲燕.港口物流能力综合评价研究[J].港口经济,2008(2):52-55

Study of the capacity of the port logistics based on GRA and AHP

XU Jin-he

(Department of Commerce and Trade, Chien-shiung Institute of Technology, Jiangsu Taicang 215411, China)

Abstract: Based on the studies both at home and abroad on the literature, this paper scientifically selected representative of the 14 indicators, established a comprehensive assessment of the capacity of the port logistics indicator system, the innovation lies in the use of AHP and GRA of two combination of methods to carry out research, so as to arrive at a more reasonable conclusion

Key words: logistics capacity; analytical hierarchy process; grey relation analysis

责任编辑:李翠薇