

江苏沿海港口开发的模糊评价

王晓强

(河海大学港口航道及海岸工程学院 江苏 南京 210098)

摘要 根据港口开发建设项目的特点,选取了能反映区域与港口内在联系的区位交通条件、自然条件、腹地经济条件、项目条件、社会效益等 5 类因素共 24 项指标,利用模糊综合决策方法,对江苏沿海 7 个港口进行了评价.

关键词 港口 模糊评价 指标体系 隶属度

中图分类号 :U651 文献标识码 :A 文章编号 :1000-198X(2000)06-0115-04

江苏沿海地区主要包括连云港、南通、盐城三个省直辖市及所管辖的有岸线的 13 个县市,面积 2.2 万 km^2 ,拥有长达 953.88 km 的海岸线和丰富的滩涂及海洋资源.该地区位于我国沿海经济带与沿江经济带、新亚欧大陆桥经济带所形成“ π ”型生产力布局主轴线的结合部,是我国南北海上交通和对外联系的要冲,具有明显的区位优势 and 重要的战略地位.由于诸多历史原因,该地区总体经济实力相对薄弱,潜在的资源 and 区位优势未能得到充分发挥,交通运输建设更是严重滞后于经济发展,近千公里的海岸线成了全国仅有的港口空白带之一.21 世纪是海洋的世纪,江苏沿海地区是全省经济发展的后劲所在与新的重要的经济增长点,“开发滩涂,发展海洋资源,建设海上苏东”,加快沿海建港步伐已是江苏经济可持续发展的迫切要求.

港口开发建设是一项复杂的系统工程,需综合考虑陆上集疏运网络的经济技术条件以及对地区经济发展的导向与带动作用,从经济、技术、环境和社会等多方面进行综合评价.考虑到港口建设项目的许多评价因素的内涵和外延都有一定的模糊性,故采用了模糊多级综合评价方法.

1 模糊综合评价指标体系的建立

1.1 综合评价指标的选择

从纷繁复杂的因素中选择出即能反映所在地区综合条件全貌与评价目标相符,又具有切实可行的评价指标体系,这是港口开发综合评价工作的关键.基于本研究是为江苏沿海港口开发建设的一项前期工作,目的在于从港口和区域间的相互依托关系来探讨港口发展的途径和评价港口的投资效益,因此,所选择的评价指标有别于一般的建设项目评价体系,以全面地体现区域与港口的内在关系为原则,通过实地调查和论证,根据以往研究以及有关专家的意见综合衡量,筛选出区位交通条件、自然条件、腹地经济条件、项目条件和社会效益等 5 类因素共 24 项因子,形成多级评价指标体系,见表 1.影响因素类集合

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_m\} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

式中 U_i 为第 i 类影响因素评价指标子集 $U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{in}\}$.评价指标个数 n 可以不同.

1.2 主要评价指标

1.2.1 区位交通条件

- 港口开发地区的交通条件是影响港口发展的重要因素,通过分析选择了以下评价指标:
- a. 中心城市对港口的辐射力 $= \sum GNP_i / d_i^2$, 其中 GNP_i , d_i 分别为南通、扬州、盐城、淮阴、连云港等 5 市的国民生产总值及至具体港口的距离.
 - b. 对海岸空白带建设的贡献 $= \begin{cases} 2y_1/x \times 100\% & 2y_1 \leq x \\ 2z_1/x \times 100\% & 2z_1 \leq x \end{cases}$
- 其中 y_1 , z_2 分别为港口至连云港和上海港的距离, x 为沪连两港的距离.
- c. 六级以上内河航道条件, 主要指六级以上内河航道里程、内河航道通过能力、河网密度 3 项指标, 反

映港口所在地区的水路运输条件.

- d. 陆上交通运输条件 ,主要指等级公路里程、公路通过能力、路网密度、与交通干线的距离等 4 项指标.
- e. 大港的可能分流影响力 ,即 $\sum TT_i/d_i^2$,其中 TT_i , d_i 为上海、南通、连云港三大港口的年吞吐量及至具体港的距离.

表 1 港口开发综合评价指标及权值

Table 1 Comprehensive Evaluation Indexes and Weights of Harbor Development			
影响因素类(U)	因素类仅值(A)	评 价 指 标	指标权值(B)
U_1 区位优势条件	$a_1 = 0.198$	μ_{11} 中心城市对港口的辐射力	$b_{11} = 0.231$
		μ_{12} 对海岸空白带建设的贡献	$b_{12} = 0.252$
		μ_{13} 六级以上内河航道条件	$b_{13} = 0.163$
		μ_{14} 陆上交通运输条件	$b_{14} = 0.125$
		μ_{15} 大港的可能分流影响力	$b_{15} = 0.230$
U_2 自然条件	$a_2 = 0.198$	μ_{21} 平均波高(倒数)	$b_{21} = 0.139$
		μ_{22} 通海航道条件	$b_{22} = 0.305$
		μ_{23} 陆域条件	$b_{23} = 0.305$
		μ_{24} 作业天数	$b_{24} = 0.112$
		μ_{25} 泥沙条件	$b_{25} = 0.139$
U_3 腹地经济条件	$a_3 = 0.186$	μ_{31} 腹地经济实力	$b_{31} = 0.243$
		μ_{32} 依托城镇规模	$b_{32} = 0.260$
		μ_{33} 腹地消费水平	$b_{33} = 0.181$
		μ_{34} 腹地生产规模	$b_{34} = 0.135$
		μ_{35} 腹地运输需求量	$b_{35} = 0.181$
U_4 项目条件	$a_4 = 0.232$	μ_{41} 项目前期工作基础	$b_{41} = 0.142$
		μ_{42} 港口建设规划成熟程度	$b_{42} = 0.177$
		μ_{43} 项目筹资能力	$b_{43} = 0.177$
		μ_{44} 对发展的适应性	$b_{44} = 0.252$
		μ_{45} 起步综合效益	$b_{45} = 0.252$
U_5 社会效益	$a_5 = 0.186$	μ_{51} 对地区经济发展的贡献	$b_{51} = 0.320$
		μ_{52} 改善区域交通能力的作用	$b_{52} = 0.236$
		μ_{53} 对缩小地区间差距的贡献	$b_{53} = 0.124$
		μ_{54} 对环境影响的程度	$b_{54} = 0.320$

1.2.2 自然条件

自然条件是建港的基础条件 ,对港口投资及运行有重要影响.选择了平均波高、通航条件、陆域条件、作业天数和泥沙条件等 5 项指标.平均波高反映波浪条件 ,实际计算时取倒数 ,使其成为一个正指标.航道条件主要包括主航道离岸线的距离(岸滩宽度) ,小于 10 m 水深的航道长度及港口设计吨位.陆域条件主要指港口的陆域宽度和海港岸滩稳定程度及河口港的拦门沙状态.作业天数主要为扣除雾日及大风天数后的可作业天数.泥沙条件主要指大、中、小潮的平均含沙量 ,该指标越小越好 ,故实际计算时取倒数.

1.2.3 腹地经济条件

港口发展离不开腹地支持和城镇依托.港口的建成对区域经济发展有极大的推动力 ,但港口本身的性质、功能及发展趋势又往往由腹地的经济特征决定 ,港口开发必须考虑港口的腹地经济条件.取腹地经济实力、依托城镇规模、腹地消费水平、腹地生产规模、区域运输需求量等指标.腹地经济实力 ,取港口腹地国民生产总值的近 5 年平均值.依托城镇规模 ,主要取依托城镇的人口规模.腹地消费水平 ,主要指煤、电的年综合消费量.腹地生产规模 ,主要用港口腹地市县的资金总额来衡量.区域运输需求量采用未来预测值.

1.2.4 项目条件

项目条件指项目前期工作情况和经济可行性.取项目前期工作基础、港口建设规划成熟程度、项目筹资能力、对发展的适应性和起步综合效益等 5 项指标.项目前期工作基础 ,采用开展项目前期工作的实际年限.港口建设规划成熟程度和对发展的适应性由专家评估得出.项目筹资能力主要由投资筹集环境和筹集渠道来反映 ,定性指标.起步综合效益采用规划起步效益值.

1.2.5 社会效益

港口建设项目社会效益反映的是项目实施后对地区社会发展目标所做贡献与影响 ,应从全社会的角度

进行评估. 根据分析, 选择了项目对地区经济发展的贡献、改善区域交通能力的作用、对缩小地区间差距的贡献、对环境影响的程度等 4 项指标. 此 4 项指标均为定性指标, 由评价团打分后计算得出.

1.3 评价指标权值的确定

确定各指标的权值是多目标决策的难点之一. 为此, 在综合分析结合经济评定的基础上, 利用层次分析法(AHP)^[1] 根据专家咨询法获得. 即选择一定的专家群体, 每位专家根据分级标准(本研究采用 1 ~ 7 标度) 对所有指标相对重要性两两比较, 建立判断矩阵, 然后解矩阵特征值, 结果见表 1.

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$ 为因素类加权集, 对 $i = 1, 2, \dots, m$, $B_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{ij}, \dots, b_{in})$ 为对应于影响因素 U_i 的二级评价指标加权集, 权值 a_i, b_{ij} 应满足归一性和非负性, 即

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m a_i &= 1 & a_i &\geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ \sum_{j=1}^n b_{ij} &= 1 & b_{ij} &\geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

2 评价指标隶属度的确定

恰当的隶属函数的确定是模糊综合评判的关键. 根据港口项目综合评价指标特点, 可将其分为结构化指标, 半结构化指标和非结构化指标三大类.

a. 结构化指标. 即定量评价指标, 如平均波高、作业天数等, 可采用相对优属度计算公式直接量化. 即

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \bigwedge_j x_{ij}}{\bigvee_j x_{ij} - \bigwedge_j x_{ij}} \tag{1}$$

式中: r_{ij} ——决策 j 目标 i 的相对优属度; $\bigvee_j x_{ij}, \bigwedge_j x_{ij}$ ——决策集 $j = 1, 2, \dots, n$ 对目标 i 的最大、最小特征值.

b. 半结构化指标. 可用指标分解的办法对其进行处理, 即将指标分解为可以量化的分指标, 然后再用多目标决策的方法对其进行综合, 得到其综合指标值. 如六级以上内河航道条件、陆上交通运输等指标.

c. 非结构化指标. 即定性评价指标, 如项目社会效益因素类指标, 可采用模糊统计方法确定其对评价集的隶属关系, 即按照事先制定的评价等级, 由评价团确定各评价指标的等级, 然后依次统计出各评价指标等级的频率, 计算出各指标的隶属度.

评价集是评价者对评价因素所作各种评价结构的集合. 可根据评价对象的不同, 划分为不同的等级. 本文采用 7 级标准建立评价集, 即: $V = \{\text{很好, 好, 较好, 一般, 较差, 差, 很差}\}$.

3 港口选址模糊综合评价及结果分析

根据对江苏沿海地区的初步调查和评审, 选定吕泗港(启东市)、洋口港(如东县)、王港(大丰县)、射阳港(射阳县)、中山港(滨海县)、陈家港(响水县)和堆沟港(灌南县)等 7 处作为评价对象(论域). 根据这些工程的有关资料求得各评价指标数值(见表 2), 根据公式(1)确定各方案评价指标的隶属度, 进行一级综合评价运算, 再进一步考虑各类因素的关联情况, 进行二能综合评价运算, 得出方案总的评价结果. 采用欧氏距离($P = 2$)计算决策 j 对于优的相对优属度 $u_j^{[2]}$:

$$u_j = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m [w_i (1 - r_{ij})]^p}{\sum_{i=1}^m (w_i r_{ij})^p} \right\}^{\frac{2}{p}}} \quad j = 1, 2, \dots, m \tag{2}$$

式中: r_{ij} ——决策 j 目标 i 的相对优属度; w_i ——目标 i 的权重.

根据以上模型编程计算, 其结果见表 3. 从计算结果来看, 沿海这 7 个港口的建设都是需要与可行的. 全面考虑各项影响因素, 获得顺序方案为: 洋口港、吕泗港、王港、陈家港、堆沟港、中山港和射阳港.

表 2 各港口评价指标数值

Table 2 Evaluation Index Value for Each Harbor								
影响因素	评 价 指 标	吕泗港	洋口港	王港	射阳港	中山港	陈家港	堆沟港
区位交通条件	μ_{11} 中心城市对港口的辐射力	4.59	6.11	6.08	5.32	2.53	3.82	3.82
	μ_{12} 对海岸空白带建设的贡献	53.96	63.26	96.28	50.58	41.86	29.07	28.60
	μ_{13} 六级以上内河航道条件	0.318	0.247	0.315	0.313	0.266	0.138	0.156
	μ_{14} 陆上交通运输条件	0.259	0.286	0.317	0.174	0.227	0.165	0.206
	μ_{15} 大港的可能分流影响力	0.898	0.886	0.202	0.139	0.324	0.837	0.880
自然条件	μ_{21} 平均波高(倒数)	0.19	0.21	0.27	1.25	0.21	2.50	2.50
	μ_{22} 通海航道条件	0.239	0.823	0.801	0.089	0.975	0.375	0.372
	μ_{23} 陆域条件	8.2	7.5	6.5	8.5	9.0	8.5	8.5
	μ_{24} 作业天数	280	300	300	295	233	295	295
	μ_{25} 泥沙条件	3.45	6.67	0.92	0.56	1.72	0.67	0.67
腹地经济条件	μ_{31} 腹地经济实力	2672.60	2369.5	1671.43	868.25	906.0	704.04	666.17
	μ_{32} 依托城镇规模	5.0	4.0	2.2	3.2	1.5	4.9	3.7
	μ_{33} 腹地消费水平	10.42	10.86	9.19	8.76	9.11	7.18	6.90
	μ_{34} 腹地生产规模	622.8	630.7	229.2	268.7	477.0	237.5	242.9
	μ_{35} 腹地运输需求量	298.9	190.7	250.6	223.6	142.9	163.9	113.5
项目条件	μ_{41} 项目前期工作基础	11	9	5	20	5	32	20
	μ_{42} 港口建设规划成熟程度	好	好	较好	很好	较好	较好	好
	μ_{43} 项目筹资能力	好	较好	较好	一般	较好	一般	一般
	μ_{44} 对发展的适应性	较好	很好	好	一般	较好	一般	一般
	μ_{45} 起步综合效益	14.53	14.67	14.00	12.73	13.68	13.25	13.58
社会效益	μ_{51} 对地区经济发展的贡献	较好	很好	好	较好	较好	较好	较好
	μ_{52} 改善区域交通能力的作用	较好	较好	很好	好	一般	一般	一般
	μ_{53} 对缩小地区间差距的贡献	较差	一般	较差	较好	很好	好	好
	μ_{54} 对环境影响的程度	一般	一般	较好	较差	一般	一般	一般

表 3 模糊决策综合评价结果

Table 3 Comprehensive Evaluation Results by Fuzzy Assessment Method						
	区位条件	自然条件	腹地经济条件	项目工作条件	项目社会效益	综合评价结果
吕泗港	0.896	0.559	0.999	0.918	0.680	0.947
洋口港	0.947	0.885	0.952	0.946	0.785	0.987
王港	0.813	0.780	0.689	0.898	0.836	0.933
射阳港	0.616	0.506	0.606	0.863	0.486	0.761
中山港	0.466	0.877	0.435	0.856	0.746	0.765
陈家港	0.619	0.713	0.658	0.892	0.609	0.856
堆沟港	0.656	0.713	0.485	0.870	0.609	0.779

参考文献：

[1] 王莲芬.层次分析法引论[M].北京 :中国人民大学出版社 ,1990.114 ~ 121.
[2] 陈守煜.系统模糊决策理论与应用[M].大连 :大连理工大学出版社 ,1994.60 ~ 86.

Fuzzy Assessment on Jiangsu Coastal Harbor Development

WANG Xiao-qiang

(College of Harbor , Waterway and Coastal Engineering , HoHai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract : According to the characteristics of the projects for harbor development , evaluation is made for 7 coastal harbors in Jiangsu province by the comprehensive fuzzy assessment method . There are 5 factors and 22 evaluation indexes which can basically reflect the relation between hinterland and harbor , such as regional traffic conditions , natural conditions , hinterland economic conditions , project conditions , and social benefits .

Key words : harbor ; fuzzy assessment ; index system ; membership degree