

文章编号: 1674-7054(2020)04-0507-10

自贸港背景下海南生态渔港的综合评价模型

李小北^{1,2}, 田少卿^{3,4}, 黄崇利³

(1. 东京海洋大学, 东京 108-8477; 2. 海南大学 国际教育学院, 海口 570228; 3. 海南大学 应用科技学院, 海口 570228; 4. 哈尔滨商业大学 工商管理博士后流动站, 哈尔滨 150028)

摘要: 为了构建以海南自由贸易港建设为背景、科学系统的海南生态渔港的评价指标体系, 本研究从生态文明和绿色发展的角度, 初步筛选获得与生态渔港相关的评价指标, 运用聚类法和变异系数分析, 构建包括目标层、准则层、因素层和指标层的生态渔港评价指标体系。运用获取的数据对海南 6 所渔港进行了实证研究。结果表明, 利用所构建的评价指标体系, 能比较准确地评价各渔港的生态性, 此生态渔港综合评价体系比较合理。

关键词: 生态渔港; 自贸港; TOPSIS; 综合评价

中图分类号: X 171.4 文献标志码: A DOI: 10.15886/j.cnki.rdswwb.2020.04.014

渔业是海南省的支柱产业, 渔港建设是重要的渔业基础设施建设。目前海南省各渔港在做现代化方面的规划和建设工作, 并初见成效, 但面临着如何保证不以牺牲生态环境为代价来建设的问题。为了能够顺利推进海南生态渔港的发展, 及时掌握各渔港建设中存在的问题, 有必要构建以海南自贸港建设为背景、科学系统的海南生态渔港评价指标体系。融合“自贸港”、“生态文明”、“可持续发展”等对海南生态渔港的复杂要求和现渔港及港口的评价理论, 构建符合海南自贸港建设实际的生态渔港综合评价指标体系, 将有助于促进海南省生态渔港的发展及渔港评价理论体系的进一步完善。

构建生态渔港综合评价指标体系应与生态渔港的内涵相适应, 目前国内外已有相关研究机构和学者对生态渔港评价指标体系展开了研究, 在渔港指标体系构建方面, 主要包括运用层次分析法、DEA 及 MDEA 模型、模糊空间多准则方法^[1-3], 从不同角度对渔港进行综合评价^[4-5]; 在港口指标体系构建方面, 主要以欧盟生态港口计划^[6]为参考, 利用 DPSIR 模型、集对分析模型等^[7-8], 构建生态的、可持续发展的港口评价指标体系^[9-11]。渔港构建体系的角度方面存在多样性, 比如: 渔港建设工程对海洋环境影响方面的研究^[12]; 渔港附近海洋环境的评估研究^[13]; 以及岸线集约利用, 功能多元化, 经济区建设, 防波堤布置等方面的研究^[14-17]。综上可知, 已有的研究内容主要集中于指标体系的构建及多角度评价方面。

虽然现有关于渔港评价指标体系的研究趋于丰富, 但仍存在诸多不足之处: 一是尚无从“生态文明”、“绿色”、“可持续发展”角度考虑对渔港进行综合评价; 二是渔港指标体系的指标选取规则不合理, 存在部分指标作用叠加、无用指标的问题; 三是指标筛选方法多样, 存在不同方法筛选得到的评价指标体系不同。现有指标筛选方法主要分为专家经验法、文献分析法、数理统计法和 R 聚类-变异系数分析法^[18]。其中 R 聚类-变异系数分析法可将不同量纲的、相关度高的指标聚合, 以确定影响评价的主要指标, 因此笔者选用该方法进行指标筛选。目前主流评价方法为层次分析法、灰色关联度法、模糊法和 TOPSIS 法^[19]。其中 TOPSIS 具有数据柔性高, 统计要求低等特点, 适用于多对象打分评价, 其结合熵权

收稿日期: 2020-08-03 修回日期: 2020-10-30

第一作者: 李小北(1964-), 男, 博士, 教授, 日本东京海洋大学海洋科学管理高级访问学者。研究方向: 海洋资源管理。E-mail: xiaobeili168@126.com

通信作者: 田少卿(1983-), 男, 博士, 讲师, 哈尔滨商业大学工商管理博士后流动站在站博士后。研究方向: 系统科学与管理。E-mail: tiansql@163.com

法赋权重的客观性,可更客观准确地对渔港进行综合评价。

综上所述,笔者拟以海南自贸港建设为背景,从“生态文明”、“绿色发展”的角度出发,利用R聚类-变异系数方法分类筛选指标,构建海南生态渔港综合评价指标体系,通过熵权TOPSIS法对海南各渔港进行实证分析,客观评价各渔港情况并给出相应建议。

1 海南生态渔港综合评价指标体系的构建

1.1 评价指标的选取

1.1.1 初选生态渔港评价指标 初选主要以组织、机构及研究论文为重点,采用文献梳理、调查研究的方法,从绿色渔港、环保渔港、生态渔港等文献中海选相关指标^[1,12-24],初步建立1个生态渔港评价指标集合。通过与生态和经济管理等相关领域专家咨询,重点从“生态文明”与“绿色环保”角度对生态渔港评价指标集合进行筛选,以确保生态渔港的各方面特征指标的选取。

1.1.2 生态渔港评价指标的定性筛选 定性筛选生态港口评价指标时,遵循以下5条自贸港背景下海南生态渔港评价指标体系构建的原则:(1)系统性原则:筛选出能反映海南自贸港建设的宏观目标,且能反映海南各渔港生态环保特征的指标;(2)科学性原则:筛选出的指标应具有实际意义,且能反映出渔港的本质特征;(3)生态性原则:筛选出的指标能反应渔港的绿色经济发展情况及其生态友好性;(4)创新性原则:发挥专家的知识 and 经验,以创新的思维考虑生态渔港的特点,以避免出现意义重复指标和无意义指标。(5)定性分析原则:保证定性筛选后的指标可进一步量化分析。

根据我国渔港评价的相关资料,通过文献分析法、实地调研法、专家咨询法等获取了与生态渔港相关大量指标,并通过初选确定了54个指标(表1)。

表1 海南生态渔港评价指标初选结果

Tab. 1 Preliminary selection of evaluation indexes for ecological fishing ports in Hainan

序号 Code	准则层 Criterion layer	因素层 Factor layer	指标名称 Index layer	R聚类 R clustering	变异系数 Variance coefficient	筛选结果 Remark
1			渔港港内锚地面积X111		0.34	
2			港内水域面积X112	1	1.20	保留
3			渔港避风能力X113		0.28	
4		自然条件X11	自然保护区面积X114	2	0.81	
5			配套陆域面积X115		1.43	保留
6			渔港航道平均水深X116		0.54	
7			渔港码头平均水深X117	3	0.56	
8			渔港航道面积X118		1.13	保留
9	生态状况X1		渔港年投资总额X121		0.86	保留
10			渔港总资产X122		0.12	
11			海洋产业经济产值X123	1	0.23	
12			经济结构指数X124		0.05	
13		经济条件X12	渔港营业利润X125		0.10	
14			渔港码头岸线长度X126	2	0.79	保留
15			渔港陆路交通X127		0.17	
16			渔港卸渔场面积X128	3	0.27	
17			渔港鱼市面积X129		0.38	保留

续表1 Tab. 1 continued

序号 Code	准则层 Criterion layer	因素层 Factor layer	指标名称 Index layer	R聚类 R clustering	变异系数 Variance coefficient	筛选结果 Remark	
18			地区人口总数X211		0.56		
19			人口密度X212	1	1.80	保留	
20		社会发展X21	地区人口增长率X213		1.30	保留	
21			人均GDP X214	2	0.29		
22			腹地城市年GDP增长率X215		0.80	保留	
23			GDP年增长率X216	3	0.12		
24			生活污水年排放量X221		0.55		
25			工业废水年排放量X222		0.60		
26			废气排放量X223	1	0.72	保留	
27	生态压力X2	污染排放X22	工业烟尘年排放量X224		0.05		
28				生态污染指数X225		0.04	
29				PM2.5 X226	2	0.62	保留
30				水污染指数X227		0.05	
31				空气污染指数X228		0.12	
32				第三产业占生产总值比X231	1	0.12	保留
33				单位GDP能源消耗量X232		0.52	
34				资源消耗X23	腹地城市工业增加率X234	2	0.63
35		单位吞吐量能源消耗量X235			0.51		
36		建筑业施工面积X236	3		0.7	保留	
37			渔港水产品年卸港量X311		1.10	保留	
38			渔港水产品年卸港量增长率X312	1	0.51		
39			渔港泊船位X313		0.64	保留	
40			渔港年维修能力X314	2	0.15		
41		生产效率X31	渔港物资补给能力X315		0.46		
42			渔港年作业天数X316		0.49		
43			渔港员工人数X316		0.40		
44			渔港年进出港航次X317	3	0.58		
45	承压能力X3		渔港渔船数量X319		0.99	保留	
46			腹地金融机构贷款余额X321		0.84	保留	
47			渔港环保支出额X322	1	0.79		
48			腹地城市文化程度X323		1.12	保留	
49			R&DX324	2	0.45		
50		污染控制X32	更新造林面积X325		0.84	保留	
51			原有森林面积X326	3	0.79		
52			城市污水处理率X327		0.04		
53			渔港绿化率X328	4	0.06		
54			腹地绿化覆盖率X329		0.07	保留	

1.1.3 基于R聚类的生态渔港指标定量筛选 (1)数据标准化:为消除数据量纲对定量筛选结果的影响,通过式(1)~(3)对原始数据进行标准化处理^[18]。

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}, \quad (1)$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}, \quad (2)$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}, \quad (3)$$

式中, i 为评价对象编号(即表2中对象编号), j 为评价指标编号, n 为评价对象总个数; x_{ij} 为第*i*个评价对象第*j*个指标的原始数据; x_{ij}^* 为第*i*个评价对象第*j*个指标的标准化数据; \bar{x}_j 为第*j*个指标的均值; s_j 为第*j*个指标的总体标准差。

表2 海南生态渔港综合评价指标体系

Tab. 2 Comprehensive evaluation index system of Hainan EFP

目标层 Objective layer	准则层 Criterion layer	因素层 Factor layer	指标层 Index layer	计量单位 Measurement unit
海南生态渔港评价体系	生态状况(X1)	自然条件(X11)	港内水域面积(X111)	1万 m ²
			渔港航道面积(X112)	1万 m ²
		经济条件(X12)	配套陆域面积(X113)	1万 m ²
			渔港投资总额(X121)	亿元
			渔港鱼市面积(X122)	m ²
	生态压力(X2)	社会发展(X21)	渔港码头岸线长度(X123)	m
			地区人口增长率(X211)	%
			腹地城市年GDP增长率(X212)	%
			人口密度(X213)	人/km ²
		污染排放(X22)	PM2.5(X221)	μg/m ³
			废气排放量(X223)	μg/m ³
			腹地城市工业增加率(X231)	%
			资源消耗(X23)	建筑业施工面积(X232)
	承压能力(X3)	生产效率(X31)	第三产业占生产总值比(X222)	
			渔港水产品年卸港量(X311)	1万 t
			渔港渔船数量(X312)	艘
		污染控制(X32)	渔港泊船位(X313)	个
			城镇化率(X314)	%
			腹地城市文化程度(X321)	万人平均高中人数
			腹地金融机构贷款余额(X322)	亿元
			腹地绿化覆盖率(X323)	%
			更新造林面积(X324)	hm ²

(2)R聚类分析划分因素层下的类别和指标个数:假设将*n*个指标分成*k*类,第*i*类的离差平方和记为*S_i*($i=1, 2, \dots, k$),*S_i*由式(4)计算可得。

$$S_i = \sum_{j=1}^{n_i} (X_i^{(j)} - \bar{X}_i)^2, \quad (4)$$

式中, n_i 为第*i*类的指标个数; $X_i^{(j)}$ 为第*i*类中第*j*个指标标准化后的样本值向量; \bar{X}_i 表示第*i*类指标的样本

平均值向量。

由 S_i 可计算所有 k 个类的总离差平方和 S , 如式(5):

$$S = \sum_{i=1}^k S_i \tag{5}$$

(3) 聚类步骤: 分类、合并、确定聚类数目。第一步: 将 n 个指标看成 n 个类; 第二步: 将 n 类指标中任意两个合并成一类而其他类保持不变, 共有 $\frac{n(n-1)}{2}$ 种合并方案; 用式 (5) 计算 S , 按 $\min(S)$ 的方案进行新的分类; 第三步: 重复第二步, 分成 k 类为止; 第四步: 对每一类指标进行 H 检验^[20] 来判断聚类 k 的合理性, 若每一类的显著性水平 $Sig > 5\%$, 则接受原始假设, 即同一类指标之间无显著差异, 分类数目合理, 反之则重新聚类。

1.1.4 变异系数分析 变异系数是原始数据标准差与原始数据平均数的比, 记为 c_{vj} , 由式(6)计算可得:

$$c_{vj} = \frac{\text{原始数据标准差}}{\text{原始数据平均数}} = \frac{s_j}{\bar{X}_j} \tag{6}$$

式中, s_j 为第 j 个指标所有数据的标准差; \bar{x}_j 为第 j 个指标所有数据的均值; c_{vj} 为第 j 个指标的变异系数。

c_{vj} 值最大的指标, 信息分辨能力最强, 其在综合评价中的作用越明显, 反之, c_{vj} 值较小的指标作用也较小, 应从指标体系中删除。

1.2 评价指标的筛选及评价指标体系的构建

1.2.1 样本选取及数据来源 选取海南省东方市八所渔港、儋州市白马井渔港、三亚市崖州渔港、文昌市铺前渔港、临高县武莲渔港和琼海市潭门渔港这 6 所主要渔港作为样本, 数据来源为《中国统计年鉴 2018》《海南省统计年鉴 2018》《中国环境统计年鉴 2018》以及对 6 所渔港的实地调研。将所获取的数据带入公式(1~3)可将数据标准化。

1.2.2 利用 R 聚类分析进行聚类 利用 SPSS 统计分析软件 V21.0 将上述标准化后的数据按表 1 的因素层分别带入公式(4)和公式(5)进行计算, 并对每个指标进行 R 聚类, 最终形成如表 1 所示的聚类结果, 如 X11 聚成 3 个相对独立的类别。

1.2.3 利用变异系数进行指标筛选 利用 SPSS 统计分析软件 V21.0 将上述标准化后的数据按 R 聚类分析后的类别计算各组数据的变异系数(表 1), 根据变异系数筛选出需保留的指标。

采用 R 聚类方法对指标进行分层后, 再用变异系数进一步剔除反应生态渔港效果不好的指标, 进而构建出生态渔港综合评价指标体系。经过筛选、聚类和离散分析后, 形成由目标层、准则层、因素层和指标层组成的 4 层结构的海南生态渔港综合评价指标体系(图 1), 为后续实证研究提供理论依据。

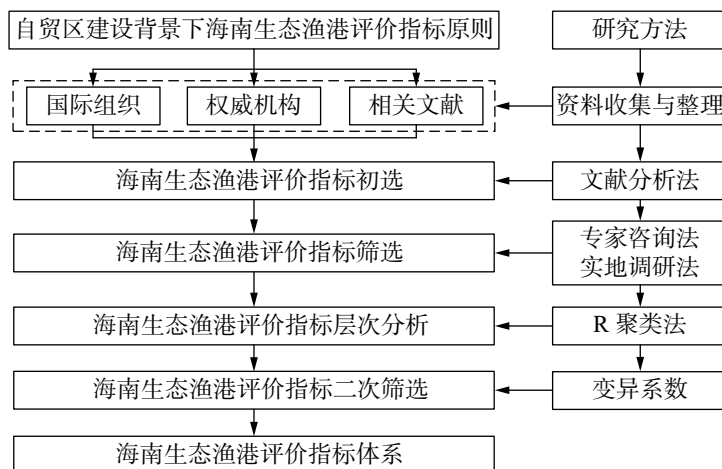


图 1 海南生态渔港评价指标体系构建图

Fig. 1 Construction of evaluation index system of Hainan EFP

2 基于熵权 TOPSIS 的海南生态渔港综合评价模型的建立

基于熵权的 TOPSIS^[24]法采用客观的评价方法来计算权重,同时还保留了 TOPSIS 方法的优点。

(1)设海南生态渔港综合评价有 m 个被评价对象(渔港) C_1, C_2, \dots, C_m 和 n 个指标 F_1, F_2, \dots, F_n , 决策矩阵 $A(C_{ij})_{m \times n}$ 为:

$$A(C_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} C_{11} & \cdots & C_{m1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{1n} & \cdots & C_{mn} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

其中, C_{ij} 是对象 C_i 在指标 F_j 下的取值($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$)。

(2)对各指标进行归一化,如第 j 项指标下第 i 个对象指标值的相对比重 P_{ij} , $A(C_{ij})_{m \times n}$ 规范化后形成矩阵 $B(P_{ij})_{m \times n}$ 为:

$$B(P_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} P_{11} & \cdots & P_{m1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{1n} & \cdots & P_{mn} \end{pmatrix}, \quad (8)$$

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{j=1}^n C_{ij}}. \quad (9)$$

(3)利用信息熵的原始计算公式(10)计算第 j 项指标的信息熵值(公式 11):

$$H(F_j) = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \times \ln P_{ij}, \quad (10)$$

式中, $k = \frac{1}{\ln n} > 0, 0 < P_{ij} < 1, \sum_{i=1}^n P_{ij} = 1$ 。

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m P_{ij} \times \ln P_{ij}, \quad (11)$$

式中, e_j 为第 j 项指标的熵值,其取值范围是 $[0, 1]$ 。

(4)利用公式(12)计算第 j 个指标的差异系数 G_j :

$$G_j = 1 - e_j. \quad (12)$$

由式(12)可知,对于给定指标,评价指标值的差异性系数越小,对应的熵值越大,当指标值完全相同时,即熵值等于 1。这里各指标的权重可定义为 X_j ,通过公式计算得到,对应的熵权矩阵为式(13):

$$X = \begin{pmatrix} X_1 & & \\ & \ddots & \\ & & X_n \end{pmatrix}, X_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^n G_j}. \quad (13)$$

由于各因素的重要性不一样,因此考虑其熵权,需将规范化数据赋予权重,构成加权规范化矩阵。

(5)建立标准化的指标矩阵 V :

$$V = BX = (V_{ij})_{mn}. \quad (14)$$

(6)理想解和负理想解的确定,通过式(15)进行计算:

$$s^+ = \{ \max(v_{ij}), \min(v_{ij}) \}, s^- = \{ \min(v_{ij}), \max(v_{ij}) \}, \quad (15)$$

式中, $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n; j$ 属于效益型指标集, k 属于成本型指标集, s^+ 为效益型指标的理想解; s^- 为成本型指标的负理想解。

(7)计算评价对象与理想解和负理想解间的距离,如公式(16, 17)所示:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum X_j (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n), \quad (16)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum X_j (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n), \tag{17}$$

式中, d_i^+ 和 d_i^- 分别为理想解和负理想解的欧氏距离, X_j 为各指标的权重。对于评价对象与理想解的相对接近程度 R_i , 可通过式(18)计算得到, 所得值即为评价得分:

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \tag{18}$$

式中, R_i 值反映了偏离负理想解的程度, 因此值越大评价结果越优。

3 实证研究结果

3.1 研究对象 研究对象为海南的 6 个重要渔港, 分别为: 东方市八所渔港(D1)、儋州市白马井渔港(D2)、三亚市崖州渔港(D3)、文昌市铺前渔港(D4)、临高县武莲渔港(D5)、琼海市潭门渔港(D6)。各渔港生态指标数据来源同表 1, 具体数据见表 3。

表 3 海南各渔港原始属性表
Tab. 3 Original attribute table of Hainan fishing ports

序号 Code	指标 Index	研究对象 Fishing ports investigated					
		D1(东方市 八所渔港)	D2(儋州市 白马井渔港)	D3(三亚市 崖州渔港)	D4(文昌市 铺前渔港)	D5(临高县 武莲渔港)	D6(琼海市 潭门渔港)
1	X111	55	60	91	50	50	25
2	X112	66	16	80	20	40	175.88
3	X113	10	50	80	60	40	40
4	X121	15.5	2	27.3	10	1.3	0.64
5	X122	3 000	6 000	36 000	5 000	5 000	5 000
6	X123	300	1 190	1 063.2	800	1 405	850
7	X211	1.33	1.26	3.89	0.5	1	0.78
8	X212	7.3	7.5	7.2	6.3	2.9	3.8
9	X213	891	2 416	3 357	2 086	5 684	5 261
10	X221	34	29	15	19	30	22
11	X222	30.3	42.3	68.6	40.6	29.3	54.3
12	X223	19	16	14	11	11	15
13	X231	9.4	10.1	3	8	1	12.2
14	X232	13.8	22	69	14.2	30.7	59.2
15	X311	3	30	20	20	10	10
16	X312	1 000	2 000	800	600	1 000	1 600
17	X313	10	29	21	20	18	14
18	X314	0.29	0.35	0.44	0.26	0.64	0.69
19	X321	246	177	216	184	186	210
20	X322	72	481	1 285	162	56	172
21	X323	36.1	37.8	43.8	39.8	31.5	39.5
22	X324	375	900	63	528	371	252

3.2 权重确定 利用公式(7~9)对表3进行计算,可得标准化矩阵。再根据熵权法的基本原理,利用公式(10~13)进行计算,可得熵权值(表4)。利用熵权矩阵和标准化矩阵,得到带权的生态渔港标准决策矩阵。22个评价指标中权重较重的有X212, X221, X222, X223, X313, X321, X323,这些指标对于评价各渔港的生态性有较高的影响,而其他指标所占权重的比重相对较小,对评价结果的影响力也相对较小。因此,指标的选取以及待评价指标的权重对评价结果的影响起着关键作用。

表4 各渔港生态综合评价指标熵权值

Tab. 4 Entropy weight of ecological comprehensive evaluation index of each fishing port

指标 Index	权重 Weight	指标 Index	权重 Weight	指标 Index	权重 Weight	指标 Index	权重 Weight
X111	0.0498	X211	0.0423	X231	0.0446	X321	0.0522
X112	0.0397	X212	0.0502	X232	0.0445	X322	0.0290
X113	0.0473	X213	0.0464	X311	0.0450	X323	0.0523
X121	0.0302	X221	0.0509	X312	0.0490	X324	0.0439
X122	0.0319	X222	0.0505	X313	0.0503		
X123	0.0490	X223	0.0517	X314	0.0496		

3.3 海南生态渔港综合评价 当获得带熵权的生态渔港标准决策矩阵后,此时根据TOPSIS方法的要求,对指标进行正逆向判断(表5)。运用公式(15~18)对表3进行计算,最终得到基于模糊数和熵权TOPSIS的综合评价结果(表6)。

表5 各评价指标的方向

Tab. 5 The direction of each evaluation index

指标 Index	方向 Direction	指标 Index	方向 Direction	指标 Index	方向 Direction	指标 Index	方向 Direction
X111	+	X211	+	X231	-	X321	+
X112	+	X212	+	X232	-	X322	+
X113	+	X213	+	X311	+	X323	+
X121	+	X221	-	X312	+	X324	+
X122	+	X222	+	X313	+		
X123	+	X223	-	X314	+		

表6 海南生态渔港综合评价结果

Tab. 6 Comprehensive evaluation results of Hainan EFP

评价对象 Fishing port	正理想解 Positive ideal solution	负理想解 Negative ideal solution	评价结果 Result	名次 Ranking
D1(东方市八所渔港)	0.008 82	0.003 91	0.307 1	6
D2(儋州市白马井渔港)	0.006 95	0.006 47	0.482 1	2
D3(三亚市崖州渔港)	0.005 29	0.008 25	0.609 3	1
D4(文昌市铺前渔港)	0.007 84	0.004 92	0.385 6	5
D5(临高县武莲渔港)	0.007 80	0.005 32	0.405 5	3
D6(琼海市潭门渔港)	0.007 99	0.005 21	0.394 7	4

4 结论

笔者通过文献分析法、专家法和实地考察,从生态文明和绿色发展的角度出发,经过指标的筛选、分

层、过滤等步骤,构建了1套由3个层次、22个指标组成的生态渔港综合评价指标体系。同时,采用兼顾正负型指标的TOPSIS方法构建了评价模型,通过该模型对海南省6所渔港进行了实证分析。

(1)该指标体系的构建是基于学术界关于生态渔港的权威观点,借鉴港口权威机构发布的高频指标,兼顾专家的意见形成的,具有较高的科学性及合理性。

(2)通过对海南省6所渔港进行实地调研,运用本研究所构建的评价模型进行了实证分析,得出各渔港的生态性排名情况,其中三亚崖州中心渔港排名第一,其他依次是白马井中心渔港、临高武莲渔港、琼海潭门渔港、文昌铺前渔港和东方八所渔港。

根据海南大学国际一流渔港规划科研团队调研报告,海南省现有渔港生态建设情况如下:首先,三亚崖州中心渔港为三亚市政府科学规划指导下在崖州湾科技城管辖区新建成的现代化渔港,设施齐全、经济区逐步完善,生态建设水平较高;其次,儋州市白马井中心渔港,依托洋浦经济开发区形成特色渔港经济区,比较注重生态发展;而后是武莲渔港和潭门渔港,虽然其规模较大,但后方经济区发展不足,难以保持生态发展;最后是铺前渔港和八所渔港均为老旧渔港,在政府规划下准备投资重建。本文评价结果与上述调研报告结论基本吻合。

虽然本研究在生态渔港的评价研究中做了探索性尝试并得到了相应成果,可为后续生态渔港相关研究提供借鉴,但仍存在诸多问题。比如借鉴的生态港口指标具有普遍性,在生态渔港评价中不能突出渔港的特征,因而需到其他沿海地区渔港进行深入调研,并获得相应的数据,以完善生态渔港的评价指标体系。

参考文献:

- [1] 桂劲松,于龙海,栾曙光. 渔港等级评估指标体系研究[J]. 水道港口, 2003(3): 147-151.
- [2] 于定勇,史大运,赵景丽. DEA及MDEA在山东省渔港评价体系中的应用及比较[J]. 海岸工程, 2010, 29(1): 15-21.
- [3] ONDEN I, SAMASTI M, CANCI M, et al. Evaluation and Categorization of The Fishing Ports with a Fuzzy Spatial Multi Criteria Approach: The Case of Turkey [J]. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences., 2017, 17(3): 499-508.
- [4] BREITWIESER M, DUBILLOT E, BARBARIN M, et al. Assessment of the biological quality of port areas: A case study on the three harbours of La Rochelle: The marina, the fishing harbour and the seaport [J]. PloS one, 2018, 13(6): e0198255.
- [5] MASAMITSU N, NOBUYA K, HIROSHI M, et al. Longtime Monitoring Survey and Their Evaluation on Creation of Fishery Habitat in Development of Fishing Port in Harmony with Nature [J]. Japan Society of Civil Engineers, 2004, 20: 1037-1042.
- [6] European sea ports organization. Environmental Report 2019[EB/OL]. <https://www.ecoport.com/publications/environmental-report-2019>, 2019-10-25/2020-09-01.
- [7] 李沁峰,孙邦栋. 基于DPSIR-集对分析模型的生态港口评价[J]. 统计与决策, 2019, 35(19): 46-50.
- [8] 叶善椿,韩军. 基于DPSE模型生态港口评价[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2018, 23(1): 39-45.
- [9] 刘芳. 基于正态云模型的生态港口评价研究[J]. 现代商业, 2014(3): 201-203.
- [10] 邵超峰,鞠美庭,何迎,孙旸. 基于DPSIR模型的生态港口指标体系研究[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(3): 333-337.
- [11] PERIS M E, OREJAS J M D. Development of a system of indicators for sustainable port management [J]. Marine Pollution Bulletin, 2005, 50(12): 1649-1660.
- [12] 王铿. 渔港项目施工期环境影响评价论析[J]. 能源与环境, 2011(1): 68+71.
- [13] 许岩,李勃,丁勇,等. 大连市渔港邻近海域环境系统健康评价[J]. 珠江水运, 2013(21): 68-69.
- [14] 杨立娟,徐涵秋,唐菲,等. 天津中心渔港岸线集约利用评价模型研究[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(3): 417-424.
- [15] 衣艳荣,夏玉伟. 山东省渔港功能多元化发展现状评价[J]. 中国渔业经济, 2014, 32(1): 42-46.
- [16] 王雪,张莉. 广东现代渔港经济区建设发展评价研究[J]. 现代商业, 2017(1): 204-206.
- [17] 刘必劲,徐伟,万艳,等. 基于AHP的渔港防波堤布置综合评价研究[J]. 福建水产, 2012, 34(1): 21-25.
- [18] 何静,李战江,苏金梅. 基于R聚类-灰关联优势分析的绿色经济评价指标体系构建[J]. 科技管理研究, 2018, 38(10): 90-98.
- [19] TIAN S Q. Analysis of Cross Border E-Commerce in Chinese Academic Journals in Twelve Years[C]//东北亚学术论坛 2018论文集.哈尔滨:【出版者不详】, 2018: 98-105.
- [20] 赵宇哲,刘芳. 生态港口评价指标体系的构建—基于R聚类、变异系数与专家经验的分析[J]. 科研管理, 2015, 36(2): 124-132.

- [21] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2012 中国可持续发展战略报告[R]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [22] 世界银行, 国务院发展研究中心联合课题组. 2030 年的中国: 建设现代、和谐、有创造力的社会[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2012.
- [23] 桂劲松, 王静, 郝颖, 等. 渔港灰色聚类评估[J]. *资源开发与市场*, 2007(7): 603 – 605.
- [24] FAN J. Comprehensive evaluation of the dissemination way for traditional culture based on the fuzzy number and the entropy TOPSIS [J]. *Revista Tecnica de la Facultad de Ingenieria Universidad del Zulia*, 2016, 39(5): 197 – 206.

Establishment of a Comprehensive Evaluation Model for Ecological Fishing Ports in Hainan under the Background of Free Trade Port Construction

LI Xiaobei^{1,2}, TIAN Shaoqing^{3,4}, HUANG Chongli³

(1. Tokyo Ocean University, Tokyo; 2. College of international education, Hainan University, Haikou 570228; 3. College of Applied Science and technology, Hainan University, Haikou 570228; 4. Postdoctoral Station of Business Administration of Harbin Commercial University, Harbin 150028)

Abstract: Under the background of Hainan free trade port (FTP) construction, the development of Hainan fishing port must meet the requirements of ecological construction. From the perspective of ecological civilization and green development, the evaluation indicators related to ecological fishing port (EFP) are obtained through primary selection and screening. By using clustering method and coefficient of variation analysis, the evaluation index system of ecological fishing port including target layer, criterion layer, factor layer and index layer is constructed. Based on the data obtained, this paper makes an empirical study on six fishing ports in Hainan. The results show that the constructed evaluation index system can accurately evaluate the ecology of each fishing port, which proves the rationality of the comprehensive evaluation system of Hainan Ecological fishing port under the background of free trade port construction.

Keywords: Ecological Fishing Port; Free Trade Port; TOPSIS; Comprehensive Evaluation

(责任编辑: 钟云芳)