

典型海洋开发活动经济产出与资源 环境综合效益评估分析

高 升, 刘佰琼, 徐 敏*

(南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210023)

摘 要:海洋开发活动在产生社会效益的同时也造成了海洋资源的损耗,并对海洋环境及其生态服务功能产生影响。根据江苏省海洋资源开发活动特点,筛选出江苏海岸带资源开发中常见的 5 种典型的开发利用方式,选取了经济效益指标、社会效益指标、资源损耗指标、环境成本指标构成海洋开发活动综合效益评估体系,采用灰色关联法定量分析各项目以及其评价指标对综合效益的贡献程度。其中围海养殖、海上风电、排污倾倒、城镇建设与综合效益的关联度均值分别为 0.464, 0.459, 0.509 和 0.490;临港工业开发方式与综合效益的关联度均值为 0.657,处于较好状态,所以建议优先选择临港工业开发方式,从而得出海洋开发方式的选择依据。

关键词:海洋开发活动;灰色关联法;综合效益评估;驱动力分析

中图分类号:P748

文献标识码:A

文章编号:1002-3682(2017)01-0072-11

doi:10.3969/j.issn.1002-3682.2017.01.008

高效环保的进行海洋开发是充分利用海洋资源的目标,但当前较为重视海洋资源对经济发展的支持作用,而没有充分考虑海洋资源开发利用不当所造成的生态环境问题,在海洋经济快速增长的同时也伴随着资源过度开发、环境污染严重、盲目围海造地等一系列问题。国内外关于海洋开发研究的重点多在工程技术与综合管理、环境影响,而对开发活动本身所造成的资源环境综合效益的研究较少,并且由于海洋开发活动涉及社会、经济、生态、资源等方面的诸多要素,评价指标筛选、指标权重确定、安全阈值的确定、评价方法的选择都有待探讨和实证。随着我国海洋开发的深入,越来越多的学者针对具体的开发工程实例开始了相关研究,探索性的提出了一些海洋开发活动的评估分析方法,张建新和初超^[1]构建了围海造地综合效益的评价方法与模型,刘大海等^[2]探讨了综合损益评价体系,朱凌和刘百桥^[3]研究了综合效益评价方法,刘晴和徐敏^[4]运用比率分析法、市场价值法、成果参照法等进行围填海综合效益评估。

以江苏省典型海洋开发活动为研究对象,在综合考虑海洋开发过程中经济、社会、生态、资源等各个方面的成本与收益的基础上,对几种江苏省主要的海洋开发活动,进行了经济产出与资源环境的综合效益评估分析,为江苏省的海洋开发方式的选择与管理提供了科学依据,为科学合理的评估海洋开发活动的综合效益提供了参考。

1 研究案例概况

根据江苏省海洋资源开发利用现状,选取围海养殖、海上风电、排污倾倒、临港工业、城镇建设五种典型的海洋开发类型,针对每种海洋开发活动共选取 13 个海洋开发工程项目进行开发方式的综合效益评估分析。相关数据资料来自于相关区域用海规划报告、工程可行性研究报告、环境影响评价报告、海域使用论证

收稿日期:2016-11-15

资助项目:国家自然科学基金项目——江苏海岸带现代沉积速率及重金属来源示踪研究(41373112)

作者简介:高 升(1986-),男,博士研究生,主要从事海岸带资源管理与开发方面研究.E-mail:gaosheng921@126.com

* 通讯作者:徐 敏(1971-),女,教授,博士生导师,主要从事海洋资源与环境方面研究.E-mail:xumin0895@njnu.edu.cn

(陈 靖 编辑)

报告、调研报告等收集整理分析,以及实地踏勘调研方式获取相关信息。

1) 围海造田项目

①赣榆海洋经济开发区高涂蓄水养殖用海项目(编号 1A₁),位于赣榆海岸中段的兴庄河口与沙汪河口之间的淤长型淤泥质海岸,围垦区面积约 398.37 hm²,总养殖水面 255.42 hm²,工程总投资为 4 153.5 万元^[5]。

②东台市方塘垦区高涂围垦养殖用海项目(编号 2A₁),位于方南垦区东侧,规划建设条子泥垦区与海安围垦区之间海域,占用海域面积 647.12 hm²,工程总投资为 23 764.8 万元。

③某区域围垦养殖用海规划工程(编号 3A₁),北起梁垛河口外,南至方塘河闸下航道,西界为已围垦区的围堤线,东至西大港西侧港汊,围垦总面积为 6 095.62 hm²,工程总投资为 159 856 万元。

2) 海上风电项目

①江苏如东 30 兆瓦潮间带试验风电场工程(编号 4A₂),位于南通市如东县岸外辐射沙洲海域,小洋口外闸至掘苴闸之间的岸外潮滩上,用海面积 61.29 hm²,工程总投资为 55 441.8 万元。

②江苏如东 150 MW 潮间带风电场一期示范工程(编号 5A₂),位于南通市如东县岸外辐射沙洲海域,小洋口外闸至掘苴闸之间的岸外潮滩上,用海总面积为 210.194 5 hm²,工程总投资为 258 330 万元。

③江苏响水中国三峡 12.5 MW 试验风机项目(编号 6A₂),位于江苏省响水县外侧海域,用海总面积为 16.972 2 hm²,工程总投资为 21 690.8 万元。

3) 排污倾倒项目

①南通市洋口港经济开发区一期污水排海工程(编号 7A₃),位于南通市如东县洋口港人工岛西北侧海域,用海总面积为 37.016 0 hm²,工程总投资为 21 163.6 万元。

②滨海经济开发区沿海工业园 2 万吨/天尾水排放用海项目(编号 8A₃),位于滨海县滨淮镇境内西北角,用海面积为 104.415 0 hm²,工程总投资为 8 221.26 万元。

③南通市某排海基础设施工程(编号 9A₃),从南通经济开发区至启东塘芦港北侧入海,向海延伸至距岸 6.2 km 处。海底管道用海面积为 9.77 hm²,污水混合区用海面积近期为 57.13 hm²,工程总投资为 16 283.9 万元。

4) 临港工业项目

①江苏大唐吕四港电厂(编号 10A₄),位于南通启东吕四港镇东部,用海面积为 796.06 hm²,工程静态总投资 112.7 亿元,是完全建在海上的燃煤发电厂。

②海门港新区围垦工程(编号 11A₄),位于江苏省海门市东北部沿海滩涂上,本工程燕达(海门)重型装备制造有限公司项目位于海门港新区围垦工程西区,不占用岸线,占用海域面积为 42.3 hm²,工程总投资 13.6 亿元。

③田湾核电站(编号 12A₄),位于江苏省连云港市东北部高公岛乡柳河村管辖的田湾村,1-4 号机组均分布在工程生产区东部,拟申请用海规模 818 hm²,工程总投资为 650.67 亿元。^[6]

5) 城镇建设项目

江苏海域城镇建设用海主要包括赣榆县沙汪河口和青口河口之间岸外的滨海新城、连云港临洪河口至西墅之间的连云港市海滨新区。由于目前赣榆滨海新城只完成了填海部分,尚未开展上部建筑的建设,因此仅以连云港市海滨新区(编号 13A₅)作为典型试点来分析城镇建设项目的综合效益。连云港市海滨新区规划占用岸线总长为 11.69 km,用海域总面积 2 066.34 hm²,总投资 44.72 亿元。

2 综合效益评估方法

2.1 构建指标体系并计算权重

根据国内外海洋开发评价指标体系构建成果^[7-10]及咨询相关领域专家,结合江苏海洋开发的特点,构建由4个一级指标,12个二级指标构成的海洋开发综合效益评估指标体系进行定量分析,并对评价指标进行标准化处理。其中项目用海的经济净收益、单位岸线的经济净收益、年均缴纳税收额三个指标,采用等级划分赋值法进行标准化。其他指标采用极差标准化方法进行标准化。

采用层次分析法,确定经济效益(B_1)、社会效益(B_2)、资源损耗(B_3)和环境成本(B_4)四个一级指标的权重分别为0.3,0.2,0.3和0.2。在此基础上,采用层次分析法对二级指标经济效益(B_1)下阶的项目用海的经济净收益(C_1)、单位岸线的经济净收益(C_2)和年均缴纳税收额(C_3);社会效益(B_2)下阶的新增就业人口(C_4)、群众支持率(C_5)和项目的社会开发效果(C_6);资源损耗(B_3)下阶的生态服务价值损失(C_7)、单位面积海洋生物资源损失(C_8)和占用滩涂面积(C_9);环境成本(B_4)下阶的单位面积年均污水排放量(C_{10})、特征点最大流速变化率(C_{11})和冲淤系数(C_{12})分别计算权重(表1)。

表1 海洋开发综合效益指标权重值

Table 1 The weights of the comprehensive benefit indices for marine development

一级指标	权重	二级指标	指标类型	权重	组合权重
经济效益 B_1	0.3	项目用海的经济净收益 C_1 /万元· hm^{-2}	+	0.4	0.12
		单位岸线的经济净收益 C_2 /万元· km^{-1}	+	0.4	0.12
		年均缴纳税收额 C_3 /万元· hm^{-2}	+	0.2	0.06
社会效益 B_2	0.2	新增就业人口 C_4 /人	+	0.5	0.10
		群众支持率 C_5 /%	+	0.25	0.05
		项目的社会开发效果 C_6 /%	+	0.25	0.05
资源损耗 B_3	0.3	生态服务价值损失 C_7 /万元· a^{-1}	-	0.4	0.12
		单位面积海洋生物资源损失 C_8 /万元· hm^{-2}	-	0.4	0.12
		占用滩涂资源面积 C_9 / hm^{-2}	-	0.2	0.06
环境成本 B_4	0.2	生态损益费用 C_{10} /万元· a^{-1}	+	0.33	0.068
		特征点最大流速变化率 C_{11} /%	-	0.33	0.066
		冲淤系数 C_{12} /%	-	0.33	0.066

注: +表示权益性指标; -表示成本性指标; 经检验 $CR < 0.1$, 通过一致性检验; 确定的组合权重作为最终决策依据。

2.2 各评价指标的计算方法

2.2.1 经济效益评估指标及计算方法

1) 项目用海的经济净收益

用海期限内单位用海面积的经济净收益计算方法如下:

$$B_k = \frac{(P - C)}{S}, \quad (1)$$

式中, B_k 为单位用海面积的经济净收益(万元/ hm^2); P 为项目用海期限内预测的工程总收益(万元); C 为用海工程投入的总成本(万元); S 为用海面积(hm^2)。

①工程总收益 P 的计算方法

$$\begin{cases} P = P_p S & \text{城镇建设用海} \\ P = P_o t & \text{其他用海} \end{cases}, \quad (2)$$

式中, P_p 为工程邻近陆域同类型土地基准地价(万元/ hm^2); S 为用海面积(hm^2); P_o 为项目达到设计生产能力后的年收益(万元/a); t 为用海期限(a)。

②工程总成本 C 的计算方法

用海项目投入的总成本 C :

$$C = C_p + C_s + C_u + C_r, \quad (3)$$

式中, C_p 为项目的工程成本,包括项目建设投入的工程建设费用和前期勘察费用(万元); C_s 为项目的经营成本,指工程运营期投入的经营费用(万元); C_u 项目用海缴纳的海域使用金和 C_r 支付的拆迁补偿费用,二者之和为资源占用成本。

2)单位岸线的经济净收益

对于占用海岸线的用海项目,单位岸线的经济净收益 D_k (万元/km)计算如下:

$$D_k = \frac{(P - C)}{L}, \quad (4)$$

式中, P 为项目用海期限内预测的工程总收益(万元),计算方法同式(2); C 为用海工程投入的总成本(万元),计算方法同式(2); L 为占用海岸线长度(km)。

对于不占用海岸线的用海项目,其单位岸线的经济净收益则直接采用同种用海类型中平均单位岸线经济净收益的 3 倍值。

3)项目实施对地区经济的贡献

单位用海面积的年均缴纳税收额 \bar{R} 计算如下:

$$\bar{R} = \frac{\sum_i^t R_i}{tS}, \quad (5)$$

式中, R_i 为企业运营第 i 年缴纳的税收额; t 为企业运营时间; S 为用海面积。

2.2.2 社会效益评估指标及计算方法

1)工程实施对当地就业市场具有拉动作用

选取新增就业人口为评估指标,即工程运行提供的总就业人数。

2)当地居民对工程所持的态度

选取群众支持率为评估指标,采取发放问卷调查的方式进行统计。群众支持率 S_k 可简化为调查样本中对工程持支持态度的人数与调查样本总数之比,计算如下:

$$S_k = \frac{S_p}{S_d} \times 100\%, \quad (6)$$

式中, S_p 为样本中对工程持支持态度人数; S_d 为样本总数。

3)项目的社会开发效果

项目的开发效果从改善当地生活水平、提升地区产业结构、增加地区资本、培养环保意识四个方面,采用专家打分法对标准化值进行综合评估。

2.2.3 资源损耗评估指标及计算方法

1)对湿地生态服务功能的影响

为衡量海洋工程对湿地生态服务功能的影响,首先要对滩涂湿地生态服务价值进行评估。依据徐敏等^[11]得出的江苏滩涂平均生态服务价值为 4 万元 $\cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 及各岸段的生态服务价值为依据。

海洋开发用海方式不同,对湿地生态服务功能的影响程度也不相同,根据《海域使用分类体系》、《海域使

用论证技术导则》、《海洋工程环境影响评价技术导则》^[12]和《海洋生态资本评估技术导则》^[13],选取 11 种用海方式,列举 10 种生态服务功能,邀请 20 位从事湿地研究、海洋工程、海洋环境和海洋生物专业的相关从业人员对不同用海方式造成的生态损失进行打分,根据专家打分情况,最终确定不同用海方式的生态损害系数(表 2)。

表 2 不同用海方式的生态损害系数

Table 2 Ecological damage coefficients of different ways for marine usage

	用海方式	损害系数
填海造地	建设填海造地用海、农业填海造地、废弃物处置填海造地	1.0
	非透水构筑物	0.8
围海	港池、蓄水等	0.5
	盐业	0.6
	围海养殖	0.5
透水构筑物	透水构筑物	0.3
	跨海桥梁	0.3
开放式	开放式养殖	0.1
	海滨浴场	0.2
	专用航道、锚地、港池及其它开放式	0.3
其他	海底电缆管道	0.4
	海底隧道等	0.4
	海砂等矿产开采	0.7
	污水达标排放	0.5
	倾倒	0.4
	取、排水口用海	0.4

根据海洋开发工程所在岸段以及海域位置、用海方式、用海面积及生态损害系数,可确定海洋工程造成的湿地生态服务价值的损失值(P),其计算如下:

$$P = P_i \sum_{j=1}^n S_j d_j, \quad (7)$$

式中, P_i 为用海工程所在岸段单位面积生态服务价值(万元· hm^{-2} · a^{-1}); S_j 为第 j 种用海方式的面积(hm^2); d_j 为第 j 种用海方式对湿地生态服务功能的损害系数; n 为该项目包含 n 种用海方式。

2) 对海洋生物资源的影响

采用单位用海面积海洋生物资源的损失量作为渔业资源损失评估值,计算如下:

$$F_k = \frac{F_p}{S}, \quad (8)$$

式中, F_k 为单位用海面积的渔业资源损失评估值(万元/ hm^2); F_p 为海域开发活动造成的海洋生物资源损失(万元); S 为项目用海总面积(hm^2)。

3)对滩涂资源的影响

采用占用滩涂资源面积来作为海洋开发活动对资源损耗的评估指标之一。

2.2.4 环境成本评估指标及计算方法

1)生态损益

产生生态负效益的用海方式,用治理项目年产生的排污量支付的虚拟治理成本作为评估指标;对于生态正效用海项目则用年发电量节约的标煤换取的碳排放指标产生的经济收益值作为评估指标;对于离岸排污项目,则用处理相同达标污水收取的费用作为指标(万元/a)。

2)水文动力环境的变化

采用最大流速变化率反映工程建设对水文动力环境的最大影响程度(%)。计算公式:

$$T_v = \max \left| \frac{V_a - V_b}{V_b} \right| \times 100\%, \quad (9)$$

式中, T_v 为特征点最大流速变化率; V_a 为工程建设后特征点的流速; V_b 为工程建设前特征点的流速。要求特征点在流速变化最大的区域进行选取,从若干特征点的流速变化率中选取最大流速变化率。最大流速变化率可以通过潮流数值模拟计算得出。

3)冲淤环境的影响

衡量海洋工程引起的水文泥沙动力场的变化,要综合考虑最大冲淤强度和冲淤范围。

工程开发对冲淤环境的影响 G_k ,计算公式:

$$G_k = \frac{G_i + G_s}{2}, \quad (10)$$

式中, G_i 为冲淤强度系数, G_s 为冲淤范围系数。

根据海洋工程资料和专家经验,工程用海引起的冲淤强度变化大部分在 $0 \sim 50$ cm/a,冲淤影响范围一般小于 10 km²。为了消除冲淤强度与冲淤范围量纲的影响,计算公式如下:

$$G_i = \frac{F_i}{50}, \quad (11)$$

式中, F_i 为工程建设引起的最大冲淤强度(cm/a)。

$$G_s = \frac{F_s}{10}, \quad (12)$$

式中, F_s 为工程建设引起的冲淤变化范围(km²)。

2.3 灰色关联度与等级标准

灰色关联法^[14]是根据因素之间发展趋势的相似或相异程度,依据关联度作为衡量因素间关联程度的一种方法。关联度是2个因素随时间或不同对象而变化的关联性大小的量度,若2个因素变化的趋势具有一致性,即同步变化程度较高,即可谓二者关联程度较高;反之,则较低^[15]。计算参考数列与关联系数之后,求出比较数列对应于参考数列的灰色关联度。

采用关联系数平均值法计算灰色关联度,即将曲线中的各点的关联系数集中为一个值,即求其平均值,作为比较数列与参考数列间关联程度的数量表示,公式如下:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k), \quad (13)$$

式中, r_i 为关联度,大小反映各个指标因子的相对重要性。

采用赋权法计算灰色关联度,直观反映评价指标对生态系统的贡献大小,基于熵权的灰色关联度公式如下:

$$r_i = \sum_{j=1}^n \omega_j \xi_i(k), \quad (14)$$

式(14)中, w_j 为第 j 项评价指标的权重。

依据关联度 r_i 排出各因素对目标值的影响大小顺序,关联度越大,比较序列与参考序列关系越密切。

采用灰色关联法计算出的关联度是 $0\sim 1$ 的连续数值,可以判定海洋开发项目的综合效益:关联度越高,海洋开发的综合效益越高;反之,则越小。当 r_i 为 0 时,综合效益最差;当 r_i 为 1 时,用海活动的综合效益最好。根据关联度相对应的生态安全等级的相关研究成果^[16],将 $0\sim 1$ 的连续数值划分为四份即 $0\sim 0.3$, $0.3\sim 0.6$, $0.6\sim 0.8$ 和 $0.8\sim 1$ 分别对应较差、一般、较好和极好四种状态,海洋资源开发综合效益评价等级划分标准见表3。

表3 海洋资源开发综合效益评价等级划分标准

Table 3 The grading standards for the comprehensive benefit evaluation of marine resources development

安全等级	较差	一般	较好	极好
关联度	$0\sim 0.3$	$0.3\sim 0.6$	$0.6\sim 0.8$	$0.8\sim 1$

3 结果与讨论

采用关联系数平均值法计算得到灰色关联度(表4)。

表4 关联系数与关联系数平均值法关联度

Table 4 Correlation coefficient and correlation coefficient Mean method related degree

因子层	1A ₁	2A ₁	3A ₁	4A ₂	5A ₂	6A ₂	7A ₃	8A ₃	9A ₃	10A ₄	11A ₄	12A ₄	13A ₅
C ₁	0.400	0.400	0.333	0.500	0.667	0.500	0.400	0.400	1.000	1.000	1.000	1.000	0.333
C ₂	0.500	0.500	0.333	0.500	0.667	0.500	0.400	0.400	0.400	1.000	1.000	1.000	0.333
C ₃	0.333	0.400	0.400	0.500	0.500	0.667	0.333	0.333	0.333	1.000	1.000	1.000	0.500
C ₄	0.344	0.363	0.436	0.334	0.335	0.333	0.251	0.333	0.335	0.344	0.750	1.000	0.461
C ₅	0.673	1.000	0.623	0.649	0.553	0.607	0.356	0.593	0.778	0.333	1.000	0.381	0.480
C ₆	0.348	0.443	0.333	0.575	0.460	0.434	0.315	0.821	0.921	0.767	1.000	0.718	0.921
C ₇	0.356	0.358	1.000	0.335	0.340	0.333	1.000	0.337	0.336	0.409	0.337	0.367	0.779
C ₈	0.350	0.351	0.348	0.378	0.373	0.542	1.000	0.333	0.341	0.343	1.000	0.404	0.334
C ₉	0.336	0.361	1.000	0.334	0.345	0.334	1.000	0.333	0.334	0.369	0.336	0.337	0.359
C ₁₀	0.430	0.430	0.428	0.484	1.000	0.449	0.500	0.431	0.432	0.383	0.430	0.333	0.431
C ₁₁	0.360	0.541	1.000	0.337	0.338	0.338	1.000	0.333	0.334	0.348	0.345	0.357	0.429
C ₁₂	0.359	0.356	0.426	0.346	0.361	0.349	1.000	0.333	0.336	1.000	0.353	0.559	0.633
关联度合计	4.790	5.503	6.660	5.271	5.938	5.386	7.555	4.983	5.880	7.297	8.550	7.457	5.994
平均值法关联度	0.399	0.459	0.555	0.439	0.495	0.449	0.630	0.415	0.490	0.608	0.713	0.621	0.500

对选出的评价指标赋权,采用赋权法计算得到关联度(见表 5)。

表 5 赋权后关联系数及关联度表

Table 5 Empower the correlation coefficient and associated

因子层	1A ₁	2A ₁	3A ₁	4A ₂	5A ₂	6A ₂	7A ₃	8A ₃	9A ₃	10A ₄	11A ₄	12A ₄	13A ₅
C ₁	0.048	0.048	0.040	0.060	0.080	0.060	0.048	0.048	0.120	0.120	0.120	0.120	0.040
C ₂	0.060	0.060	0.040	0.060	0.080	0.060	0.048	0.048	0.048	0.120	0.120	0.120	0.040
C ₃	0.020	0.024	0.024	0.030	0.030	0.040	0.020	0.020	0.020	0.060	0.060	0.060	0.030
C ₄	0.034	0.036	0.044	0.033	0.034	0.033	0.025	0.033	0.034	0.034	0.075	0.100	0.046
C ₅	0.034	0.050	0.031	0.033	0.028	0.030	0.018	0.030	0.039	0.017	0.050	0.019	0.024
C ₆	0.017	0.022	0.017	0.029	0.023	0.022	0.016	0.041	0.046	0.038	0.050	0.036	0.046
C ₇	0.043	0.043	0.120	0.040	0.041	0.040	0.120	0.041	0.040	0.049	0.040	0.044	0.094
C ₈	0.042	0.042	0.042	0.045	0.045	0.065	0.120	0.040	0.041	0.041	0.120	0.048	0.040
C ₉	0.020	0.022	0.060	0.020	0.021	0.020	0.060	0.020	0.020	0.022	0.020	0.020	0.022
C ₁₀	0.029	0.029	0.029	0.033	0.068	0.031	0.034	0.029	0.029	0.026	0.029	0.023	0.029
C ₁₁	0.024	0.036	0.066	0.022	0.022	0.022	0.066	0.022	0.022	0.023	0.023	0.024	0.028
C ₁₂	0.024	0.024	0.028	0.023	0.024	0.023	0.066	0.022	0.022	0.066	0.023	0.037	0.042
赋权法关联度	0.395	0.436	0.540	0.428	0.495	0.446	0.641	0.394	0.481	0.617	0.731	0.651	0.481

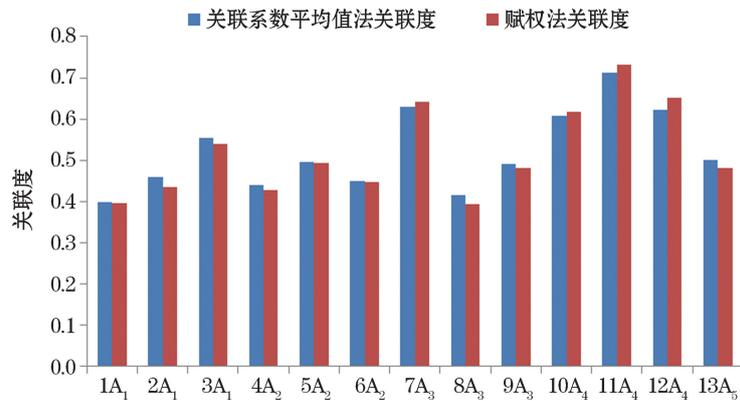


图 1 各项目关联度

Fig.1 Correlation degrees of each case

将关联系数平均值法和赋权法得到关联度按照大小排序得到各个海洋开发项目与综合效益的关联度(表 6)。

表 6 关联度排序表

Table 6 Evaluation year associate degree Sort

因子	关联系数平均值法关联度	排 序	赋权法关联度	排 序	关联度均值	排 序
1A ₁	0.399	13	0.395	12	0.397	13
2A ₁	0.459	9	0.436	10	0.447	10
3A ₁	0.555	5	0.540	5	0.548	5
4A ₂	0.439	11	0.428	11	0.434	11
5A ₂	0.495	7	0.495	6	0.495	6
6A ₂	0.449	10	0.446	9	0.448	9
7A ₃	0.630	2	0.641	3	0.635	3
8A ₃	0.415	12	0.394	13	0.405	12
9A ₃	0.490	8	0.481	7	0.486	8
10A ₄	0.608	4	0.617	4	0.613	4
11A ₄	0.713	1	0.731	1	0.722	1
12A ₄	0.621	3	0.651	2	0.636	2
13A ₅	0.500	6	0.481	8	0.490	7

2 种方法计算的关联度结果稍微有点差异,但是总体的趋势几乎是一致的,通过计算的结果排序结合综合效益等级标准发现,围海养殖、海上风电和城镇建设项目用海项目与综合效益的关联度值介于 0.3~0.6;排污倾倒用海项目与综合效益的关联度值介于 0.3~0.6,但是南通市洋口港经济开发区一期污水排海工程项目与综合效益的关联度值介于 0.6~0.8,处于较好的状态;临港工业用海项目与综合效益的关联度值介于 0.6~0.8,均处于较好状态,其中燕达重型装备制造有限公司项目与综合效益的关联度值最高,达到 0.722。

通过 13 个实证项目计算得出每种海洋开发方式的关联度与综合效益指数的均值发现,围海养殖开发方式与综合效益的关联度均值为 0.464;海上风电开发方式与综合效益的关联度均值为 0.459;排污倾倒开发方式与综合效益的关联度均值为 0.509;临港工业开发方式与综合效益的关联度均值为 0.657;城镇建设开发方式与综合效益的关联度均值为 0.490(图 2)。所以建议优先选择临港工业开发方式,从而得出海洋开发方式的选择依据。

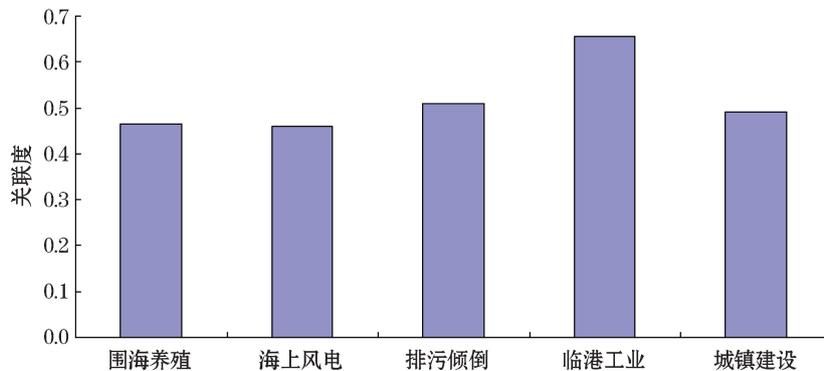


图 2 海洋开发方式关联度

Fig.2 Correlation degree of the marine development mode

综合效益评估在一定程度上可以为海洋开发利用提供借鉴,为海洋管理部门划定各类海洋功能区、制定海洋开发战略、编制海洋行业规划和各项功能区划提供科学依据,并提出海洋产业发展的战略方向和优化调整建议,以期实现海洋经济发展、海洋资源利用与海洋环境保护的协调统一,为海洋资源合理开发利用、科学管理与保护提供决策支持,促进海洋经济、资源、环境的稳定、健康、可持续发展。但是不同用海方式存在不同的制约发展因素,需根据实际用海情况选定适合海域优先鼓励发展的用海方式。因此,建议开展江苏省海洋开发活动的经济、资源、环境综合效益研究,定量探讨不同海洋开发活动的综合效益,分析海洋经济增长对海洋资源的损耗以及对海洋环境和海洋生态服务功能造成的影响,评估出适合优先鼓励发展的海洋资源开发利用方式;并研究如何以最低的资源、环境成本取得最好的海洋经济效益,将资源、环境成本纳入各项经济分析和决策过程中,提高海洋资源开发的综合效益,优化海洋资源开发及海洋产业布局,促进海洋资源的可持续利用。

参考文献:

- [1] 张建新,初超.围海造地工程综合效益评估模型的构建与应用分析[J].工程管理学报,2011,25(5):526-529.
- [2] 刘大海,丰爱平,刘洋,等.围海造地综合损益评价体系探讨[J].海岸工程,2006,25(2):93-99.
- [3] 朱凌,刘百桥.围海造地的综合效益评价方法研究[J].海洋开发与管理,2009,26(2):18-20.
- [4] 刘晴,徐敏.江苏省围填海综合效益评估[J].南京师大学报(自然科学版),2013,36(03):125-130.
- [5] 李亚丽.江苏海洋资源开发的综合效益研究[D].南京:南京师范大学,2015.
- [6] 国家海洋局中国海洋局.中国海洋统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2015.
- [7] 左平,邹欣庆,朱大奎.海岸带综合管理框架体系研究[J].海洋通报,2000,19(5):55-61.
- [8] 薛雄志,吝涛,曹晓海.海岸带生态安全指标体系研究[J].厦门大学学报(自然科学版),2004,43(增刊):179-183.
- [9] 黄宝荣,欧阳志云,张慧智.海南岛生态环境脆弱性评价[J].应用生态学报,2009,20(3):639-646.
- [10] ROCKLOOF S F, LOCKIE S, HEIBERS D. Identifying social indicators for water resource management: insights and issues for natural resource managers[J]. Coastal CRC, 2004: 11-13.
- [11] 徐敏,李培英,陆培东.淤长型潮滩适宜围填规模研究—以江苏省为例[M].北京:科学出版社,2012:66-92.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.海洋生态资本评估技术导则 GB 28058-2011-T[S].北京:中国标准出版社,2011.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.海洋工程环境影响评价技术导则 GB/T 19485—2014[S].北京:中国标准出版社 2014-06-09.
- [14] 赵珊珊.基于灰色关联分析的城市生态适宜度评价研究—以山东半岛城市群为例[D].上海:东华大学,2010.
- [15] 胡永宏,贺思辉.综合评价方法[M].北京:科学出版社,2000:129-140.
- [16] 关小克,吴克宁,王秀丽,等.灰关联分析在城市生态安全评价中的应用[J].安全与环境学报,2008,8(1):105-108.

Comprehensive Benefit Evaluation Analysis on the Economic Output and Resource Environment of Typical Marine Development Activities

GAO Sheng, LIU Bai-qiong, XU Min

(School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: In the production of social and economic benefits, the marine development activities have also caused the loss of marine resources and even influenced on the marine environment and its ecological service function. Based on the characteristics of marine resources development activities in Jiangsu Province, five typical development and utilization modes commonly encountered in the exploitation of coastal resources in Jiangsu are selected, and the economic benefit index, the social benefit index, the resource loss index and the environmental cost index are selected to constitute the comprehensive benefit evaluation system of marine development activities. The gray correlation method is used for quantitatively analyzing the contributions of each item and its evaluation index to the comprehensive benefit. The mean values of the correlation degree between the reclaimed mariculture, offshore wind power, sewage dumping, urban construction and the comprehensive benefit are 0.464, 0.459, 0.509 and 0.490, respectively. The correlation mean between the port vicinity industrial development mode and the comprehensive benefit is 0.657, indicating a better state. Therefore, a port vicinity industrial development mode should be suggested first, which gives the selecting basis for the marine development mode.

Key words: marine development activity; gray correlation method; comprehensive benefit evaluation; driving force analysis

Received: November 15, 2016