

我国海洋资源综合实力评价研究^{*}

殷克东, 黄娜, 王冰

(中国海洋大学 青岛 266100)

摘 要: 文章在提出海洋资源综合实力并构建海洋资源综合实力评价指标体系的基础上, 选用熵值法、灰色关联度法、主成分分析法和 Kendall 一致性检验方法对 2005—2008 年我国沿海省市海洋资源统计数据进行了综合评价, 最终得出沿海省市海洋资源综合实力的排序。结果显示, 广东省、上海市、山东省以及海南省的海洋资源综合实力在 11 个沿海省市中处于前列。

关 键 词: 海洋资源综合实力; 熵值法; 灰色关联度; Kendall 协同系数检验

我国大陆海岸线长达 18 000 km 余, 海洋渔场面积超过 200 万 km², 拥有丰富的滩涂资源、海洋渔业资源、海洋矿产资源、港湾资源、海洋旅游资源和海洋能源等海洋自然资源。我国海洋资源开发长期处于粗放式的开发状态, 经历了海洋资源从没有充分开发到某些资源过度开发, 从单一资源开发向综合开发的过渡。海洋资源是海洋经济发展的基础, 只有实现海洋资源的可持续利用, 才能实现海洋经济的可持续发展。笔者通过构建海洋资源综合实力评价指标体系, 选取适当的综合测评模型, 对沿海 11 省市海洋资源综合实力做综合测度研究, 希望能为各省依据自身海洋资源情况, 合理开发利用海洋资源, 为海洋经济的可持续发展提供科学依据。

1 海洋资源综合实力的界定

海洋资源, 通常是指可以被人类利用的物质、能量和空间。海洋资源是一个发展中的概念, 其种类随着人类开发利用海洋的深入而不断发展。笔者所研究的海洋资源是指近海海洋资源, 主要包括近海海洋生物资源、海洋矿产资源、海洋空间资源以及滨海旅游资源^[1]。

海洋资源综合实力是指沿海地区近海海洋资源所衡量的海洋实力, 是海洋资源的硬实力和软实力及其可持续发展的能力的综合, 包括

海洋生物资源实力、海洋矿产资源实力、海洋空间资源实力和海洋滨海旅游资源实力以及这些硬实力的产出效率所代表的软实力。

2 海洋资源综合实力评价指标体系

为保证指标体系严格的内部逻辑统一性, 海洋资源综合实力评价指标体系的设计采用“目的树”分析方法。“目的树”分析方法的基本原理: 首先确定一个评价总目标, 然后将它分解为若干层次(系统), 逐级发展、推导出各级子目标(系统), 最后提出描述、表达目标的各项指标, 即最后一层的具体指标, 进而自上而下构建出目标层—控制层—变量层的树型指标体系。在“目的树”结构中, 目标层是最高层, 它表示着该指标体系要反映和评价的总目标; 控制层是将总目标解析为互相联系的若干个子目标; 变量层用来表述各子目标的具体变量。

结合现有的统计指标和数据资料情况, 综合考虑海洋资源与资源的产出水平等系统的诸方面, 按照“目的树”方法设置了一套“三级叠加、逐层收敛、规范权重、统一排序”的海洋资源综合实力评价指标体系。该体系分为目标层、控制层和变量层 3 个等级。其中以资源综合实力为目标层, 下设 5 个控制层, 变量层有 25 个指标(表 1)。

^{*} 基金项目: 海洋主要产业循环经济发展模式与滨海电厂示范区研究(200705030)。

表 1 海洋资源综合实力评价指标体系

目标层	控制层	变量层
海洋资源 综合实力 A	海洋生物 资源量 B ₁	近海渔场面积 C ₁₁ (×10 ³ hm ²) 海水可养殖面积 C ₁₂ (×10 ³ hm ²) 鱼类生物资源种类 C ₁₃ (种) 甲壳类生物资源种类 C ₁₄ (种) 头足类生物资源种类 C ₁₅ (种) 藻类生物资源种类 C ₁₆ (种) 潮间带平均生物量 C ₁₇ (t/km ²)
	海洋矿产 资源量 B ₂	近海石油探明地质储量 C ₂₁ (×10 ⁹ t) 近海天然气探明地质储量 C ₂₂ (×10 ⁹ km ³) 滨海矿砂资源储量 C ₂₃ (×10 ⁹ t)
	海洋空间 资源量 B ₃	海域面积 C ₃₁ (万 km ²) 海岸线长度 C ₃₂ (km) 滩涂资源面积 C ₃₃ (km ²) 浅海资源面积 C ₃₄ (km ²) 海湾资源面积 C ₃₅ (km ²) 盐田资源总面积 C ₃₆ (km ²) 可供建港的天然港址数量 C ₃₇ (个) 海岛数量 C ₃₈ (个)
	海洋旅游 资源量 B ₄	海洋类型自然保护区数量 C ₄₁ (个) 沿海省市旅游景点数量 C ₄₂ (个) 沿海省市旅行社单位数量 C ₄₃ (个) 沿海地区星级宾馆数量 C ₄₄ (个)
	海洋资源 产出水平 B ₅	海洋经济总产值与确权海域面积的比率 C ₅₁ (亿元/km ²) 海洋经济总产值与沿海用地面积的比率 C ₅₂ (亿元/km ²) 海洋经济总产值与海岸线长度的比率 C ₅₃ (亿元/km)

3 海洋资源综合实力综合测评模型

3.1 综合测评方法选择

熵值法是借鉴信息论中“熵是对不确定性的一种度量”的概念所形成的一种综合评价方法。考虑到指标权重的重要性,文章根据熵的特点,用熵值来判断影响海洋资源综合实力评价指标的离散程度,并用以反映各指标对综合评价结果的影响大小。由于采用熵值法的测算结果作为综合评价指标的权重,因此,熵值法加权综合评价结果的客观性很强。

灰色关联度分析方法针对样本空间小,指

标关系模糊的系统进行灰色关联综合评价。海洋资源综合实力是一个发展变化的复杂系统,具有明显的层次复杂性、结构关系的模糊性、动态变化的随机性、指标数据的不完全性和不确定性。因此,运用灰色关联度分析方法对海洋资源综合实力进行综合评价是比较合适的。

主成分分析法是将多个指标化为较少的新的不相关的主成分指标,利用方差贡献率作为主成分的权重,通过一般加权的思想测度研究对象的评价方法。被评对象是多维空间中的样本点,从原变量的协方差阵或相关矩阵出发,构造少数的主成分,即原变量的线形组合,从而通过各项指标的总变量来说明样本在多维空间的相对位置。该方法在评价过程中,将多指标问题化为较少的新的指标,使这些少数主成分能尽可能多地占有原来变量的总方差;反过来,这些新的少数主成分既彼此互不相关,又能综合反映原来多个指标的信息。主成分评价给出了指标包含的信息量权重,具有合理、可比和客观性等优点^[2]。

3.2 一致性检验方法

Kendall 协同系数^[3]是表示多列等级变量相关程度的一种方法,利用 Kendall 协同系数可以对多种评价方法的排序结果进行一致性检验。

Kendall 协同系数检验的原假设是 H_0 : m 种评价结果不具有 consistency; 备择假设 H_1 : m 种评价结果具有 consistency。假设用 m 种方法对 n 个个体进行评价, R_i 为第 i 个个体的 m 个秩的和。Kendall 协同系数为:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

$$\text{式中: } S = \sum_{i=1}^n \left[R_i - \frac{m(n+1)}{2} \right]^2$$

检验统计量为:

$$\chi^2 = m(n-1)W$$

(χ^2 服从自由度为 $n-1$ 的 χ^2 分布)

4 我国海洋资源综合实力综合测评

4.1 数据的收集与处理

笔者选取 2005—2008 年我国 11 个沿海省市海洋资源综合实力运行数据进行分析。数据引自 2005—2008 年《中国海洋统计年鉴》、中国

海洋信息网以及中国宏观数据挖掘分析系统网等公开的统计数据与资料, 通过整理计算得出。

由于我国海洋统计数据的统计时间较短, 样本容量小, 同时统计口径和各个省市的海洋资源统计数据并不统一, 致使某些指标的样本数据并不齐全。考虑到我们的海洋资源评价指标体系的评价指标都是效益型指标, 因此, 为不失科学性和一般性, 我们令缺失数据为 0。同时, 选用线性变换法对指标数据进行归一化处理, 规范化后所得的数据最佳为 1, 最差为 0。

设 $y_i^{\min}$ (或 $y_i^{\max}$) 是评价指标 i 所对应的最优值, z_{ij} 为规范化后的指标。

若向量指标 i 为效益型指标, 则: $z_{ij} = (y_{ij} - y_i^{\min}) / (y_i^{\max} - y_i^{\min})$

若向量指标 i 为成本型指标, 则: $z_{ij} = (y_i^{\max} - y_{ij}) / (y_i^{\max} - y_i^{\min})$

采用上述变换进行数据规范化后, 所得的效益型数据最佳为 1, 最差为 0; 成本型数据最佳为 1, 最差为 0。需要说明的是, 由于海洋资源综合实力评价指标特有的特点决定了我们指标体系中的 25 个指标全部为效益型指标。

4.2 指标权重的确定

权重是对指标重要性的度量, 是表示评价指标在整个评价指标体系中的重要程度, 反映了指标对评价对象的重要程度、指标属性值的差异程度和指标属性值的可靠程度。文章采用熵值法对指标权重进行测算^[4], 测算结果如表 2 所示。

表 2 熵值法求解得到的最终权重

C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{21}	C_{22}
0.041 459	0.029 466	0.025 278	0.038 414	0.031 040	0.026 189	0.006 999	0.060 227	0.071 670
C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	C_{35}	C_{36}	C_{37}	C_{38}
0.084 113	0.050 428	0.016 525	0.016 772	0.045 695	0.038 783	0.037 096	0.013 400	0.034 974
C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}		
0.033 020	0.015 871	0.013 436	0.019 255	0.114 453	0.084 614	0.050 825		

4.3 综合测评结果

根据熵值法、灰色关联度法和主成分分析法 3

种评价方法, 对 2008 年我国沿海 11 省、市、自治区海洋资源综合实力进行测评, 得其结果见表 3。

表 3 基于 3 种方法的综合测评结果

省、市、自治区	熵值法 ^①	处理后 ^②	灰色关联分析 ^③	处理后	主成分分析 ^④	处理后	综合评价得分	综合评价排名
辽宁	0.186 5	0.250 5	2.168 4	0.193 8	-2.984 5	0.056 4	0.166 9	6
河北	0.080 0	0.000 0	1.848 5	0.000 0	-2.340 2	0.125 5	0.041 8	10
天津	0.128 4	0.113 9	1.904 3	0.033 8	-0.768 7	0.293 9	0.147 2	8
山东	0.258 1	0.418 8	2.619 6	0.467 2	0.502 2	0.430 1	0.438 7	3
江苏	0.080 1	0.000 2	1.908 3	0.036 2	-3.510 8	0.000 0	0.012 1	11
浙江	0.230 7	0.354 4	2.392 3	0.329 5	0.233 1	0.401 3	0.361 7	5
上海	0.283 7	0.479 0	2.204 4	0.215 6	4.806 2	0.891 4	0.528 7	2
福建	0.152 6	0.170 7	2.069 0	0.133 6	-1.865 3	0.176 4	0.160 2	7
广东	0.505 2	1.000 0	3.499 1	1.000 0	5.819 5	1.000 0	1.000 0	1
广西	0.093 8	0.032 4	1.959 0	0.066 9	-1.622 2	0.202 4	0.100 6	9
海南	0.243 9	0.385 5	2.427 1	0.350 6	1.730 8	0.561 8	0.432 6	4

注: ①对归一化后的各指标数据加 0.000 1, 即进行非负化处理后再进行熵值法的测算。
②为了保证评价结果的可比性, 将 3 种评测数据分别换算为 [0, 1] 的数。
③对于归一化处理后的数据, 各指标的最大值均为 1。因此, 选择各个指标的最大值为最优值, 分辨系数 $\xi=0.5$ 。为了突出灰色关联度方法的特性, 各地区的灰色关联度按等权重加和求得。
④选取 6 个主成分, 累计方差贡献率达到 92.10%。

4.4 Kendall 协同系数检验

表 3 的测度数据表明, 虽然有的地区的 3 种测度结果存在一定的差异, 但 3 种方法的测度结果顺序与综合评价得分和排名具有较高的一致性。

Kendall 协同系数检验结果如表 4 所示。
($m=4$, $n=11$)

表 4 2008 年海洋资源综合实力测评数据的
Kendall 一致性检验

N	Kendall's W ^a	Chi-Square	Df	Exact Sig.
4	0.910	36.409	10	0.000

表 4 表明, Kendall's W^a 为 0.910, 表明秩的组间差异越大, 意味着被评价对象的测度数据间有显著差异, 说明 4 种评价结果的测度数据具有较高的一致性。同时, 一致性检验统计量为 36.409, $p=0.000$, 远远小于 0.01, 所以拒绝 H_0 , 接受 H_1 。

4.5 测评结果分析

针对 2008 年我国 11 个沿海省市海洋资源综合实力测评的综合排名, 将沿海省、市、自治区分为 4 个集团。

处于第一集团的为广东省, 海洋资源综合实力最强。广东省是我国海岸线最长的省份, 海域辽阔, 海洋资源丰富, 是全国著名的海洋水产大省, 各项海洋资源储备水平都明显高于

其他各省、市、自治区。

处于第二集团的有上海市、山东省、海南省和浙江省, 海洋资源综合实力相对较强。对比分析这几个省市的数据, 我们发现, 虽然上海市的各项海洋资源总量不是太高, 但是其海洋资源产出率水平是沿海各省市中最高的; 山东省的各项海洋生物、矿产资源以及空间资源都比较丰富, 排名也较为靠前; 海南省和浙江省海洋资源都相对比较丰富, 在海洋生物资源与海洋石油天然气资源上, 海南省明显强于浙江省, 但同时, 浙江省的滨海矿砂资源在 11 个沿海省市中的储量和产量都位于第一, 综合来看, 海南省的排名在浙江省之前。

处于第三集团的有辽宁省、福建省、天津市、广西壮族自治区, 海洋资源综合实力一般。从这几个省、市、自治区的数据来看, 各省的海洋资源及海洋资源产出率都处于中等水平。

处于第四集团的是江苏省和河北省, 海洋资源综合实力相对偏低。对比数据发现, 这两个省市的海洋空间资源都相对较少, 尤其是江苏省的海洋矿产资源量非常低。

5 我国海洋资源综合实力变化趋势分析

为了更好地反映海洋资源综合实力的动态变化情况, 笔者对 2005—2008 年的我国 11 个沿海省市海洋资源综合实力进行综合测评, 综合测评结果见表 5。

表 5 2005—2008 年海洋资源综合实力测评得分及排名

省、市、 自治区	2008 年		2007 年		2006 年		2005 年	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
辽宁	0.166 9	6	0.267 6	6	0.325 9	6	0.220 5	6
河北	0.041 8	10	0.083 8	10	0.184 1	9	0.010 2	11
天津	0.147 2	8	0.197 2	8	0.218 0	8	0.180 1	7
山东	0.438 7	3	0.439 7	3	0.488 2	4	0.422 2	5
江苏	0.012 1	11	0.013 8	11	0.165 9	10	0.026 4	10
浙江	0.361 7	5	0.414 7	5	0.437 0	5	0.441 2	4
上海	0.528 7	2	0.499 2	2	0.646 3	3	0.561 2	2
福建	0.160 2	7	0.198 5	7	0.266 1	7	0.179 9	8
广东	1.000 0	1	1.000 0	1	1.000 0	1	1.000 0	1
广西	0.100 6	9	0.166 7	9	0.156 9	11	0.034 7	9
海南	0.432 6	4	0.424 6	1	0.750 3	2	0.468 8	3

由表 5 和图 1 可以看出, 各省、市、自治区 2005—2008 年的海洋资源综合实力评测排名变化不大, 其中山东省的排名稍微有所提前, 海

南省的排名稍微有所退后, 但基本变化不大。这说明各省、市、自治区在海洋资源储备及开发利用效率上基本处于平稳发展的状态。

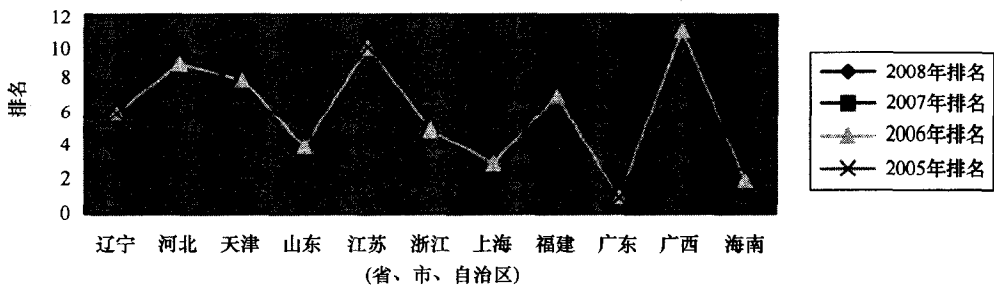


图 1 2005—2008 年海洋资源综合实力测评排名趋势

6 结束语

文章构建了海洋资源综合实力评价指标体系, 运用熵值法、灰色关联法和主成分分析法 3 种评价方法, 在 Kendall 协同系数检验的基础上构建了综合评测模型, 保证了评价结果的准确性。通过对我国 11 个沿海省、市、自治区海洋资源综合实力进行测评研究, 对各省、市、自治区海洋资源综合实力进行了排名, 希望能对各省、市、自治区根据自身的海洋资源实力状况进行海洋合理开发与利用, 实现海洋资源的可持续发展具有积极的指导意义。

参考文献

[1] 国家海洋局海洋发展战略研究所课题组. 中国海洋发展报告[M]. 北京:海洋出版社,2007:3—5.

[2] 杜栋, 庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京:清华大学出版社,2005:25—89.

[3] 宁自军. 多种综合评价方法的综合应用[J]. 数理统计与管理,2000(5):13—16.

[4] 郭显光. 改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践,1998(12):98—102.