

基于 DPSIR 模型的唐山市海洋资源可持续利用评价

Assessing sustainable use of marine resources using DPSIR model – a case of Tangshan

丁娟 陈东景 肖汝琴 吴季亮 青岛大学 中国山东

摘 要 海洋开发不合理, 海洋资源枯竭严重影响着海洋资源的可持续利用, 本文以 DPSIR 模型为基础构建了唐山市海洋资源可持续利用的评价指标体系, 运用客观赋权法和主观赋权法综合评定了驱动力、压力、状态、影响和响应的权重, 并从驱动力、压力、状态、影响和响应五个方面研究了唐山市海洋资源可持续利用的发展状况及问题, 发现响应层对其影响最大。2007-2011 年唐山市的海洋资源可持续利用综合值不断下降, 只有 2011 年有所回升, 且综合值大于 2007-2010 年的值。

关键词 DPSIR 模型; 客观赋权法; 主观赋权法

免责声明 本文仅代表作者个人观点, 与中国 21 世纪议程管理中心、中国可持续发展研究会及联合国均无关。

Disclaimer: This brief was submitted through the Administrative Centre for China's Agenda 21 (ACCA21), Ministry of Science and Technology, China, and the Chinese Society for Sustainable Development (CSSD). The views and opinions expressed are those of the author(s) and do not necessarily represent the views of, and should not be attributed to, the Secretariat of the United Nations, the ACCA21 or the CSSD. Online publication or dissemination does not imply endorsement by the United Nations. For further information, please contact Mr. Sun Xinzhang (sunxzh@acca21.org.cn)

1 引言

唐山市地处河北省东部沿海, 位于秦皇岛与天津市之间, 南临渤海, 处于环渤海海湾中心地带, 管辖海域面积, 海岸线长 229.7 公里, 沿海滩涂 82900 公顷。唐山市东南沿岸有王滩、曹妃甸、京唐港等优良港址资源, 丰富生物资源、油气资源及滨海旅游资源, 这都为唐山市海洋资源开发利用提供了物质基础。^[1]但由于海洋开发与保护的关系处理不当引起的海洋资源与环境的问题日益突出, 这严重影响着海洋生态系统的健康状况, 海洋资源的可持续利用问题越来越受重视。^[2]国内学者对海洋资源的开发利用进行了众多研究, 但研究角度各异, 刘明^[3]从海洋经济的角度核算了海洋各产业的发展潜力评估了我国海洋经济发展的潜力, 韩秋影等^[4]则讨论了海洋资源的评估方法和现状, 楼东等^[5]研究了我国的海洋资源现状并运用灰色系统方法研究并预测了我国海洋产业状况。对大多学者研究了我国海洋资源开发利用的问题并提出了对策, 但对海洋资源可持续利用的研究则偏少, 尤其是定量研究更少, 而对唐山市的海洋资源可持

续利用更加少。叶向东^[6]从海洋资源开发利用形成的产业现状概述了我国海洋资源的现状及问题, 并提出了海洋资源可持续利用的对策, 殷克东等^[7]则定量的评估比较了我国沿海 11 省市的海洋资源综合实力。张耀光等^[8]基于 AHP 研究了环渤海地区的海洋资源, 宋素青等^[9]研究了河北省的海洋资源现状, 张静辉等^[1]则从经济转型角度研究了唐山市的海洋资源禀赋。由于唐山市海洋资源可持续利用评价方面的文献缺失, 唐山又是环渤海经济圈不可或缺的经济主体, 因此本文基于 DPSIR 模型, 构建了唐山市的海洋资源评价指标体系, 评价 2007-2011 年唐山市的海洋资源可持续利用, 为研究政策提供参考依据。

2 唐山市海洋资源评价

2.1 评价指标体系构建

海洋资源可持续利用评价, 涉及因素众多, 本文将目标层划为五个准则层, 即驱动力因素、压力因素、状态因素、影响因素和响应因素即 DPSIR 模型。该模型涵盖了经济、社会、环境及政策四方面, 综合系统的反映

了人类行为对环境的影响和环境状态对人类的反馈。基于科学性、全面性、可操作性及根据数据的可得性，选

取指标构建了唐山市海洋资源评价指标体系（表1）。

表1 唐山市海洋资源可持续利用评价指标体系

目标层	准则层	指标层	数据来源
唐山市海洋生态可持续利用评价(O)	驱动力(D)	人口自然增长率(B1)	唐山市统计年鉴
		人口密度/人/平方公里(B2)	唐山市统计年鉴
		GDP 年增长率(B3)	唐山市统计年鉴
		人均 GDP/元(B4)	唐山市统计年鉴
		城镇化率(B5)	唐山市统计年鉴
		二、三产业比重(B6)	唐山市统计年鉴
		城建用地占市区面积比重(B7)	唐山市统计年鉴
	压力(P)	规模以上工业企业用海水量/万立方米(B8)	唐山市统计年鉴
		工业废水量排放量/万吨(B9)	唐山市统计年鉴
		工业固体废物产生量/万吨(B10)	唐山市统计年鉴
		直接排入海的工业废水/万吨(B11)	唐山市统计年鉴
		COD 排放量/吨(B12)	唐山市统计年鉴
		氨氮排放量/吨(B13)	唐山市统计年鉴
	状态(S)	污染海域面积/平方公里(B14)	河北海洋环境状况公报
		海水养殖面积/公顷(B15)	渔业统计年鉴
		两个断层面海水入侵距离/公里(B16)	中国海洋环境状况公报
		唐山港货物吞吐量/万吨(B17)	唐山市统计年鉴
		北戴河-滦河口文昌鱼密度个/平方米(B18)	河北海洋环境状况公报
	影响(I)	年均赤潮发生面积/平方公里(B19)	河北海洋环境状况公报
		海水产品/吨(B20)	唐山市统计年鉴
		渔业总产值所占比重(B21)	唐山市统计年鉴
		京唐港海域海面垃圾碎片平均密度/个/平方公里(B22)	河北海洋环境状况公报
	响应(R)	海水捕捞量/吨(B23)	唐山市统计年鉴
		工业废水达标排放率(B24)	唐山市统计年鉴
		工业固体废物综合利用率(B25)	唐山市统计年鉴
		城镇生活污水集中处理率(B26)	唐山市统计年鉴
		环境卫生事业费/万元(B27)	唐山市统计年鉴
		入海口排污口达标率达标口个数/总个数(B28)	河北海洋环境状况公报
		三废综合利用产品产值/万元(B29)	中国城市统计年鉴

2.2 评价指标权重的确定

对于评价对象而言，评价指标所起的作用不同，对评价结果的影响各异，因此确定评价指标权重尤其重要。指标权重的确定方法主要有主观赋权法和客观赋权法，本文将采用主客观综合的方法，确定唐山市海洋资源评价的指标权重，客观赋权法采用改进熵值法，主观赋权法采用 AHP 方法。首先对指标进行无量纲化处理，指标主要分为两种：正向指标和逆向指标。正向指标是指与海洋资源可持续利用呈正相关的关系，其值越大越

好；负向指标是指与海洋资源可持续利用呈负相关的关系，其值越小越好。

$$\text{正向指标: } \hat{x}_{ij}' = (x_{ij} - x_{j\min}) / (x_{j\max} - x_{j\min})$$

$$\text{逆向指标: } \hat{x}_{ij}' = (x_{j\max} - x_{ij}) / (x_{j\max} - x_{j\min})$$

其中， x_{ij} 和 x_{ij}' 分别为第 i 年第 j 指标的原值和标准化

后的数值： x_{jmax} 和 x_{jmin} 分别为第 j 指标的最大值、最小值。

2.2.1 客观权重与主观权重确定

客观赋权采用改进熵值法，熵是一种对不确定性的度量，信息量大，不确定性就小，熵就越小；反之，熵值就越大。熵值法通过指标的信息熵，即相对变化对整体的影响权重来确定权重，变化程度大则权重重大，反之就权重小。因为本文采取的无量纲化处理方法会出现极端值，熵值法取对数时无法计算，因此选择改进的熵值法来确定权重 (α_j)。基本步骤如下：首先，数据无量纲化后将坐标向左平移一个单位，即令 $X_{ij} = x'_{ij} + 1$ ， X_{ij} 为 x'_{ij} 平移后的指标值。其次，计算 X_{ij} 的比重 w_{ij} ，即 $w_{ij} = x_{ij} / \sum_i x_{ij}$ 。第三，计算第 j 项指标的熵值 e_j ，即 $e_j = -k \sum_i w_{ij} \ln w_{ij}$ ，其中 $k = 1/\ln n$ ，n 代表本文所研究的年份数。第四，计算第 j 项指标熵权客观权重，

$\alpha_j = m_j / \sum_j m_j$ ，其中 $m_j = 1 - e_j$ ，表示第 j 项指标的差异系数，指标的信息效用价值取决于该指标的信息熵与 1 之间的差值， m_j 越大，信息效用越大，从而权重也越大。（计算结果见表 2）

主观赋权采用 AHP 法，层次分析法能够通过定性与定量相结合来处理多重因子的指标权重，是常用的主观赋权法。基本思路是先将决策层是受多种因素影响的，将相互关联的因素按照隶属关系分出若干层次，在最低层指标层通过两两对比得出各因素的权重，然后通过由低到高的层层分析计算出对决策层的权重^[10]。层次分析法确定权重 (β_j) 的主要步骤是：①根据研究问题建立层次结构模型；②根据层次模型，各层元素两两比较构造判断矩阵；③求解判断矩阵特征向量，对判断矩阵进行一致性检验，归一化处理特征向量得到单层排序；④逐层计算得到层次的总排序；⑤进行层次总排序的一致性检验。具体过程及判别标准参考文献^[11-12]（表 2）。

表 2 主客观赋权法权重结果

指标	权重		指标	权重		指标	权重		指标	权重		指标	权重	
	客观	主观		客观	主观		客观	主观		客观	主观		客观	主观
D	0.218	0.055	P	0.194	0.168	S	0.225	0.034	I	0.168	0.288	R	0.196	0.456
B1	0.029	0.003	B8	0.042	0.006	B14	0.029	0.004	B20	0.040	0.018	B24	0.036	0.025
B2	0.034	0.004	B9	0.030	0.017	B15	0.026	0.002	B21	0.028	0.049	B25	0.030	0.013
B3	0.026	0.009	B10	0.050	0.013	B16	0.038	0.008	B22	0.049	0.196	B26	0.028	0.061
B4	0.028	0.010	B11	0.014	0.036	B17	0.034	0.002	B23	0.052	0.025	B27	0.042	0.181
B5	0.027	0.004	B12	0.029	0.061	B18	0.051	0.013				B28	0.032	0.030
B6	0.024	0.023	B13	0.029	0.036	B19	0.047	0.006				B29	0.029	0.145
B7	0.049	0.002												

2.2.3 综合权重的确定

客观权重反映的是指标间的内在关系，即实际观测数据的内在联系，但也有可能会因数据不足或统计不够准确而与实际不符；主观权重是由专家打分得到的，较为符合实际，但也不能避免因个人主观因素导致权重不合理。结合两者的优缺点，本文将采用以客观赋权法为

主，用主观赋权法对其适当修正的综合分析法。具体计算过程： $\omega_j = (1-t)\alpha_j + t\beta_j$ ， α_j 、 β_j 分别为客观权重和主观权重，t 为修正系数，其值取决于改进熵值法确定的指标权重的差异程度 $t = R_{En} * n / (n-1)$ ，其中 R_{En} 为指标权重的差异系数，

$R_{En} = 2 * (1 * W_1 + 2 * W_2 + \dots + n * W_n) / n - (n + 1) / n$ 大的重新排序, n 为指标的个数 (表 4)。
 W_1, \dots, W_n 为改进熵值法确定的各指标权重从小到大

表 3 综合赋权法权重

指标	综合权重	指标	综合权重	指标	综合权重	指标	综合权重	指标	综合权重
D	0.1928	P	0.1896	S	0.1951	I	0.1864	R	0.2362
B1	0.0252	B8	0.0364	B14	0.0253	B20	0.0364	B24	0.0341
B2	0.0295	B9	0.0281	B15	0.0225	B21	0.0308	B25	0.0269
B3	0.0229	B10	0.0442	B16	0.0333	B22	0.0718	B26	0.0332
B4	0.0255	B11	0.0173	B17	0.0285	B23	0.0474	B27	0.0635
B5	0.0236	B12	0.0340	B18	0.0449			B28	0.0315
B6	0.0241	B13	0.0296	B19	0.0405			B29	0.0470
B7	0.0420								

将综合权重 ω_j 与准则层中各指标 2007-2011 年份数据相应评价指标的标准化值 X_{ij} 相乘, 并将每年数值累加, 则可得到 2007-2011 年唐山市海洋资源评价的准则

层综合评价, 即 $Z_j = \sum_i \omega_j X_{ij}$, 同理, 从准则层计算得到目标层唐山市海洋资源评价的综合评价价值。

表 4 唐山市海洋资源可持续利用综合评价价值

年份	驱动力 (D)	压力 (P)	状态 (S)	影响 (I)	响应 (R)	综合值
2007	0.083	0.079	0.078	0.151	0.102	0.098
2008	0.128	0.047	0.095	0.108	0.108	0.098
2009	0.068	0.070	0.105	0.025	0.081	0.071
2010	0.097	0.100	0.075	0.004	0.089	0.074
2011	0.099	0.137	0.060	0.041	0.174	0.105

3 唐山市海洋资源可持续利用评价结果分析

驱动力的客观评价权重为 0.218, 但主观权重只有 0.055, 对唐山市海洋资源可持续利用综合贡献率为 19.3%。由于驱动力是通过经济带动效应间接的影响海洋资源的可持续利用, 为海洋资源可持续利用提供物质保障, 因而专家认为其对海洋资源的可持续利用的贡献率较小, 但驱动力的七个指标值变动程度较大, 信息量较大, 从而客观权重远大于主观权重。另外从驱动力的 7 个代表因素的客观权重来看, 城市建筑用地占市区面积比重的权重最大, 但主观权重只有 0.002, 这一差距也表明我们有时会忽略一些看似对唐山市海洋资源可持续利用的影响不大, 但实际影响较大的因素。2007-2011 年驱动力的综合评价价值虽有波动, 但变化不大, 除 2009 年较小外, 其他各年指标值向好发展, 也意味着唐山市的经

济发展稳步上升。综合来看, 要改善驱动力状况, 必须在保证唐山市经济社会持续发展的同时, 控制人口增长速度、调整城市化进程步伐和优化产业结构以保障海洋资源的可持续利用。

压力指标的综合权重为 0.190, 客观权重和主观权重相差不多, 在五个指标中排第四位。压力是经济社会等人类活动对海洋资源、环境的直接作用, 是驱动力长期附加于海洋资源后产生的直接压力因子。压力的 6 个指标中, 客观权重和综合权重最大的是规模以上工业企业用水量 and 工业固体废物产生量, 主观权重则以 COD 排放量的权重最大。唐山市中国近代工业发祥地之一,^[1]因此重型工业对海水的利用及污染严重影响了海洋资源的可持续利用, 唐山市的产业的转型升级应首先针对重工业。从压力的综合值来看, 从 2007 年的 0.079 波动中增

加至 2011 年的 0.137, 这一发展趋势不利于唐山市的海洋资源的可持续利用。从压力指标的评价结果可知, 要进一步改进唐山市的海洋资源可持续的压力状况, 主要是优化唐山市的工业企业, 减少工业废水和固体污染物对海水的污染及海洋资源的破坏, 从而降低对海洋生态造成的压力。

状态指标的客观权重 0.225 排名第一, 但主观权重 0.034 排名第五, 由于状态层选取的是最能反映当期唐山市海洋资源状况的指标, 因此每年的变化幅度较大, 即信息量较大, 从而客观权重也最大, 最后综合权重也较大。状态指标中, 北戴河-滦河口文昌鱼密度和年均赤潮发生面积的客观权重重和综合权重最大, 北戴河-滦河口文昌鱼密度是海洋生物资源现状的反应, 年均赤潮发生面积则反映了唐山市海洋资源在开发利用中被破坏和污染的状况, 代表了海洋资源可持续利用的前景。据综合评价可知, 状态综合评价经历了 2008-2009 年的上升阶段和 2009-2011 年的下降阶段, 这表明唐山市的海洋资源状态有改善的趋势, 减少对海洋资源的过度利用、加强对海洋珍稀生物的保护和兼顾经济与海洋环境综合效益将会进一步改善唐山市海洋资源现状。

影响层是指唐山市的海洋资源可持续利用现状对人类及社会经济等的影响, 是海洋环境对人类活动的反馈。影响指标的综合权重为 0.186, 排名最低, 说明对唐山市的海洋资源可持续利用的作用不显著, 但影响层中的京唐港海域海面垃圾碎片平均密度及海水捕捞量这一指标的权重却很大, 这表明海洋生态环境对人类的活动的反馈作用比较大, 唐山市对海洋资源的开发存在较多问题。从影响层的综合评价来看, 影响综合值一直处于不断下降趋势, 但 2011 年又有所增加, 这主要因为驱动力、压力等长期作用于海洋环境导致影响层评价又有所回升, 因此改善影响层现状主要在于优化驱动力层与压力层的指标值。

响应层的综合权重值最高为 0.236, 这主要是因为响应层的主观权重为 0.456, 响应层是政府等部门对海洋环境出现问题后做出的响应措施, 反映了人类为了海洋

资源可持续利用所做的努力, 因此人们认为响应层对唐山市海洋资源可持续利用的影响较大。其中环境卫生事业费和三废综合利用产品产值的综合权重最大, 分别为 0.064 和 0.047, 两者分别代表了政府对环境的重视程度和污染物再利用的重要作用。响应层的综合评价与影响层趋势类似经历了先下降后上升的过程, 但不同的是响应层 2011 年的综合值高于各年的综合值, 这意味着 2011 年唐山市开始高度重视对海洋资源的可持续利用。进一步提高响应层综合评价需要唐山市加大海洋环境的污染治理投资、提高废物的再利用率及出台相应的海洋资源可持续利用政策指导。

在驱动力、压力、状态、影响和响应五个准则层的共同作用下, 2007-2011 年唐山市海洋资源可持续利用的综合评价从 0.984 逐渐下降到 0.074, 2011 年又增至 0.105, 这意味着十一五中后期间 (2007-2010) 唐山市的海洋资源可持续发展水平恶化, 这一阶段唐山市为达成十一五目标, 经济发展较快, 对海洋资源的可持续利用造成了影响。国家提高了对海洋资源开发的重视程度, 2011 年出台了《中华人民共和国海域使用管理办法》, 河北省也出台了《河北省海域管理条例》, 作为环渤海经济圈中心地的唐山市也加强了对海洋资源开发的管理, 因此海洋资源可持续综合评价有所提高。

4 结论

海洋资源开发步伐加快的同时, 开发利用中的各类问题也不断涌现, 科学合理的开发海洋资源以使海洋资源可持续利用越来越受关注, 本文以 DPSIR 模型为基础较为全面的构建了唐山市的海洋资源可持续利用评价指标体系, 并综合运用了改进熵值法和层次分析法确定了海洋资源可持续利用的驱动力层、压力层、状态层、影响层和响应层的权重, 发现响应层的权重最大, 即政府及公众对海洋资源开发利用问题的响应对其可持续利用最为重要。指标层中以京唐港海域海面垃圾碎片平均密度和环境卫生事业费的权重最大, 这也反映了海洋环境对人类活动的反馈和人类对海洋环境的治理投入对海洋

资源是否能可持续利用至关重要,因此,控制驱动力层和压力层对海洋资源的过度开发,调整海洋开发政策并提高公众意识。另外,2007-2011 唐山市的海洋资源可持续利用综合评价价值呈不断下降趋势,直至 2011 年才有回升,并且综合评价价值较大,这也预示着唐山市意识到了海洋资源开发中问题,开始重视海洋资源的可持续利用。

参考文献

- [1] 张静辉,林宪生.唐山市临海经济隆起带发展对策研究[J].海洋开发与管理.2009,26(4):107-111
- [2] 陈东景,李培英等.海洋绿色 GDP 核算与可持续发展评价研究[M].中国商务出版社出版.2008,(11):1-6
- [3] 刘明.中国海洋经济发展潜力分析[J].中国人口·资源与环境.2010,20(6):151-154
- [4] 韩秋影,黄小平等.海洋资源价值评估理论初步探讨[J].生态经济.2006,(11):27-30
- [5] 楼东等.中国海洋资源现状及海洋产业发展趋势分析[J].资源科学.2005,27(5):20-26
- [6] 叶向东.海洋资源可持续利用与对策[J].太平洋学报.2006,(10):75-83
- [7] 殷克东,黄娜等.我国海洋资源综合实力评价研究[J].2011,(9):29-33
- 韩秋影,黄小平等.海洋资源价值评估理论初步探讨[J].生态经济.2006,(11):27-30
- [8] 张耀光,关伟等.渤海海洋资源的开发与持续利用[J].自然资源报.2002,17(6):768-775
- [9] 宋素青,王卫等.河北省海洋资源及海洋产业匹配分析[J].河北师范大学学报:自然科学版,2002,26(6):634-638.
- [10] 骆正清,杨善林.层次分析法中几种标度的比较[J].系统工程理论与实践,2004,24(9):51-60.
- [11] 于定勇,王昌海等.基于 PSR 模型的围填海对海洋资源影响评价方法研究[J].中国海洋大学学报.2011,41(7/8):170-175

[12] 朱婧,汤争争等.基于 DPSIR 模型的低碳城市发展评价—以济源市为例[J].城市问题.2012,(12):42-47

作者简介: 丁娟,硕士研究生,主要从事海洋产业经济学的研究;Email:dingdju@163.com。

通讯作者: 陈东景,教授,主要从事生态经济与可持续发展方面的研究;E-mail:cdongj@sina.com。

基金项目: 国家社会科学基金项目(14BGL005);教育部人文社科基金项目(12YJCZH009)和山东省优秀中青年科学家奖励基金项目(BS2012HZ002)。
