

山东半岛海洋资源环境承载能力研究

刘楠楠,朱庆林,余静,严淑青,安太天

(中国海洋大学 青岛 266100)

摘要:近年来,人们更多地追求海洋经济的发展,而忽略了由此带来的海洋资源过度开发、海洋环境严重污染等问题。海洋资源环境承载力研究不仅是当前海洋资源环境领域的重要问题之一,其评价也是制定海洋可持续发展规划的重要前提。文章结合国内外海洋资源环境承载力研究现状,依据评价指标的选取原则,将山东半岛海洋资源环境承载力评价指标体系划分为 5 个一级指标和 33 个二级指标。利用层次分析法对该区域 7 个城市的海洋资源环境承载力进行评价并做出分析,以期对山东半岛的海洋开发利用提供借鉴。评价结果表明,威海市和青岛市海洋资源环境承载力等级最高,烟台市和东营市为良好,滨州市、潍坊市和日照市为一般。

关键词:海洋资源环境;承载能力;评价指标体系;山东半岛;层次分析法

中图分类号:P748 文献标志码:A 文章编号:1005-9857(2018)01-0088-07

Marine Resources and Environment Carrying Capacity in Shandong Peninsula

LIU Nannan,ZHU Qinglin,YU Jing,YAN Shuqing,AN Taitian

(Ocean University of China,Qingdao 266100,China)

Abstract: In recent years,the development of marine economy had been pursued more,thus the excessive exploitation of marine resources and serious pollution of the marine environment were ignored.The research on marine resources and environment carrying capacity is not only one of the most important problems in the field of marine resources and environment,but also an important prerequisite for marine sustainable development planning.In this paper,combined with the domestic and foreign research status on marine resources and environment carrying capacity,and according to the principles of the selection of evaluation indexes,the index system of marine resources and environment carrying capacity in Shandong peninsula was divided into 5 primary indicators and 33 secondary indicators.Analytic hierarchy process was used in this paper to evaluate and analyze the marine resources and environment carrying capacity of the 7 cities in the region,

收稿日期:2017-05-12;修订日期:2017-12-05
基金项目:中央高校基本科研业务费专项基金资助项目“高强度开发半封闭海湾海岸带生态安全机制及评价模型研究——以胶州湾为例”。
作者简介:刘楠楠,硕士研究生,研究方向为海洋资源与环境评价
通信作者:朱庆林,副教授,博士,研究方向为海洋资源与环境评估

so as to provide reference for the marine exploitation and utilization of Shandong peninsula. The results showed that the marine resources and environment carrying capacity of Weihai and Qingdao was the highest, and that of Yantai and Dongying was good, and that of Weifang, Binzhou and Rizhao was general.

Key words: Marine resources and environment, Carrying capacity, Evaluation index system, Shandong peninsula, The analytic hierarchy process

海洋资源环境承载力是指在一定时期内,在海洋环境不受危害并能维持稳定的生态功能的情况下^[1],一定海洋区域的资源和环境容量可以承载的人口、环境和各种社会经济活动协调发展的能力或限度^[2]。

目前,国内许多学者也相继开展了海洋资源与环境承载力评价指标体系的研究,例如毛汉英^[3]、韩增林^[4]都是以压力类、承压类和区际交流类作为指标体系的二级指标,而谭映宇^[5]则采用系统动力学模型、状态空间评价模型对渤海湾的承载力进行了评价。

作为中国第一大半岛的山东半岛,坐落在山东省的东部地区,气候宜人,拥有丰富的海洋矿产、海洋渔业和海洋旅游等资源,并且拥有众多的海洋科研机构 and 科技人才^[6],在自然资源、生态系统、社会经济等方面具有良好的发展前景,是我国重要的经济中心。但是海洋经济的快速发展不可避免地带来了一些问题,比如海洋资源开发不当、海水水质不达标等^[7]。

山东半岛的可持续发展在山东省具有举足轻重的作用,其海洋资源环境与生态状况是山东省社会经济协调发展的重要组成部分,因此通过建立山东半岛海洋资源环境承载力评价指标体系,得到山东半岛 7 个城市的海洋资源环境承载力水平并划分等级,一方面可以满足当地海洋生态环境保护和资源节约的要求;另一方面也可以推动海洋经济的健康可持续发展。

1 海洋资源环境承载力指标体系的构建

1.1 指标的选取原则

基于海洋资源环境承载力的科学内涵,海洋资源环境承载力评价指标的选取应该遵循以下几点原则。

1.1.1 科学性原则

结合当地海洋自然状况和经济发展情况,明确评价目的,所选取的指标应该科学、规范,有明确的内涵,指标要有代表性^[8]。并不是选取越多的指标越好,指标太多会增大工作量,还会影响其他指标的作用。

1.1.2 综合性原则

海洋资源环境承载力的影响因素多且影响程度差异较大,因此指标的选取要坚持综合性原则^[9]。所选指标要综合、全面地反映当地的自然概况和社会情况,对具有典型代表性的指标要侧重分析。

1.1.3 数据可获性原则

选取的指标要便于统计和计算。作为评价海洋资源环境承载力的重要保障,数据的来源要具有权威性和准确性。在计算某地区海洋资源环境承载力时,如果指标体系中的某些数据没有可靠的来源,那么评价结果也就不具有说服力。

1.2 指标体系的确定

本研究以海洋资源环境承载能力为目标,在选取指标时遵循以上所述原则,按照经验选择和专家咨询相结合的方式,定性地提出影响山东半岛海洋资源环境承载力的五类一级指标:海洋资源供给能力、海洋环境支撑能力、社会经济发展压力、海洋风险、社会支持,并补充完善体系中的二级指标。在选取了一系列可能的指标,构建了初始评价指标体系后,又采用问卷调查的方式,邀请相关专家依据指标的“重要性”和“可行性”两项标准和原则对初始指标进行打分,确定各指标等级,减少指标数量,形成精简有效的指标,完善指标体系,为评价海洋的资源环境承载力提供有效的参考工具。最终构建出的山东半岛海洋资源环境承载力评价指标体系如表 1 所示,其包含 5 个一级指标和 33 个二级指标。

表 1 海洋资源环境承载力评价指标体系	
一级指标	二级指标
海洋资源供给能力 (B1)	海岸线总长度(C1)
	滩涂面积(C2)
	海域面积(C3)
	海洋石油年产量(C4)
	海洋石油已探明储量(C5)
	海洋天然气年开采量(C6)
	海洋天然气已探明储量(C7)
	年捕捞量(C8)
	海水养殖年产量(C9)
	游客总人数(C10)
海洋环境支撑能力 (B2)	旅游消费总额(C11)
	浮游植物多样性指数(C12)
	浮游动物多样性指数(C13)
	底栖生物多样性指数(C14)
	近岸海域水质功能区达标率(C15)
社会经济发展压力 (B3)	常住总人口数(C16)
	人均 GDP(C17)
	当地总 GDP(C18)
	生活污水入海量(C19)
	工业废水入海量(C20)
海洋风险 (B4)	主要污染物年排放量(C21)
	海冰冰期(C22)
	赤潮灾害经济损失(C23)
	风暴潮灾害经济损失(C24)
	溢油最大覆盖面积(C25)
社会支持 (B5)	污水集中处理率(C26)
	固体垃圾无害处理率(C27)
	海洋倾倒区水质达标率(C28)
	科研与开发投入比(C29)
	海洋科学研究资金投入(C30)
	环保投资指数(C31)
	海洋保护区面积(C32)
	国民海洋意识发展指数(C33)

2 海洋资源环境承载力评价方法

本研究采用层次分析法,首先构建判断矩阵,然后检验判断矩阵的一致性,最终得到各个指标的权重。

2.1 评价指标的标准化处理

由于评价指标的数值大小和单位各有不同,直接使用可能会影响到山东半岛海洋资源环境承载力的评价结果,所以首先要处理基础数据,使数值大小都在 0~1 之间,消除原始数据之间的量纲影响^[10]。

指标的标准化公式为

$$y = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \text{ (正向指标)}$$

$$y = (x_{\max} - x) / (x_{\max} - x_{\min}) \text{ (反向指标)}$$

式中: y 为标准化处理后的数值; $x_{\max}$ 为指标数据中的最大值; $x_{\min}$ 为指标数据中的最小值。

2.2 评价指标的赋权

2.2.1 构造判断矩阵

首先,根据调查问卷中专家对指标“重要性”的打分,比较每两个指标之间的相对重要性,然后根据 1~9 分度法(表 2)构造判断矩阵。得到的判断矩阵为正交矩阵^[11]。

表 2 相对重要性的比例标度

相对重要性	指标评价值
极重要	9
很重要	7
重要	5
略重要	3
同等	1
略次要	1/3
次要	1/5
很次要	1/7
极次要	1/9

注:其他取 8,6,4,2,1/2,1/4,1/6,1/8 为上述评价值的中间值。

2.2.2 计算权向量

这里我们采用和法计算权向量^[12]。计算判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$, 对其特征向量进行归一化处理,所得即为各个指标所对应的权重。

2.2.3 一致性检验

在邀请专家对各个指标的重要性打分时,人们的主观因素也起到了一定的作用,为了将评价过程的主观因素影响降到最低,我们还需要通过一致性检验来判断。

在这里引入一致性比例 CR,可以用公式 $CR = \frac{CI}{RI}$ 来计算。其中, $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, 为一致性指标;RI 为平均随机性指标,其取值见表 3。只要满足 $CR \leq 0.1$,我们就可以认为判断矩阵具有满意的一致性;反之,则需要重新建立比较矩阵^[13]。

表 3 判断矩阵随机一致性指标 RI 值

阶数	RI	阶数	RI
1	0	8	1.41
2	0	9	1.45
3	0.58	10	1.49
4	0.90	11	1.52
5	1.12	12	1.54
6	1.24		

2.3 评价指标分级标准的确定

在计算山东半岛海洋资源环境承载力时,最后得到的承载力的取值范围应该为[0,1],所以需要根据取值大小确定承载力的等级。本研究在制定山东半岛海洋资源环境承载力评价指标体系分级标准时,参考了《生态环境状况评价技术规范(HJ 192—2015)》《资源环境承载力监测预警技术方法(试行)》《近岸海洋生态健康评价指南(HY/T 087—2005)》等相关技术文献,将海洋资源环境承载力等级划分为 4 等,分别为优秀、良好、一般和差,具体分级结果见表 4。

表 4 海洋资源环境承载力数值对应等级

数值范围	等级
(0.70,1]	优秀
(0.55,0.70]	良好
(0.35,0.55]	一般
[0,0.35]	差

3 山东半岛海洋资源环境承载力评价结果及分析

3.1 数据来源

本研究数据以 2015 年数据为准,主要来源于山东省及各地级市的海洋环境质量公报、海洋渔业状况公报、国民经济和社会发展统计公报、海洋与渔

业发展规划、海洋统计年鉴、海洋管理部门公布的数据以及相关海洋经济信息网站。对数据不可获得的个别指标,使用高度相关的指标或以临近年份该指标的数据进行代替。

3.2 权重确定

本研究认为海洋资源供给能力、海洋环境支撑能力、社会经济发展压力、海洋风险和社会支持 5 个一级指标对海洋资源环境承载力的影响大小相同,因此权重均为 0.2,二级指标的判断矩阵见表 5 至表 9。

表 5 B1 判断矩阵

B1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	1	2	5	2	2	2	2	1	1	3	3
C2	1/2	1	4	1	1	1	1	1/2	1/2	2	2
C3	1/5	1/4	1	1/4	1/4	1/4	1/4	1/5	1/5	1/3	1/3
C4	1/2	1	4	1	1	1	1	1/2	1/2	2	2
C5	1/2	1	4	1	1	1	1	1/2	1/2	2	2
C6	1/2	1	4	1	1	1	1	1/2	1/2	2	2
C7	1/2	1	4	1	1	1	1	1/2	1/2	2	2
C8	1	2	5	2	2	2	2	1	1	3	3
C9	1	2	5	2	2	2	2	1	1	3	3
C10	1/3	1/2	3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1	1
C11	1/3	1/2	3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1	1

表 6 B2 判断矩阵

B2	C12	C13	C14	C15
C12	1	1	1	1/3
C13	1	1	1	1/3
C14	1	1	1	1/3
C15	3	3	3	1

表 7 B3 判断矩阵

B3	C16	C17	C18	C19	C20	C21
C16	1	3	3	1/2	1/2	1/3
C17	1/3	1	1	1/4	1/4	1/5
C18	1/3	1	1	1/4	1/4	1/5
C19	2	4	4	1	1	1/2
C20	2	4	4	1	1	1/2
C21	3	5	5	2	2	1

表 8 B4 判断矩阵				
B4	C22	C23	C24	C25
C22	1	1/5	1/5	1/3
C23	5	1	1	3
C24	5	1	1	3
C25	3	1/3	1/3	1

表 9 B5 判断矩阵								
B5	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33
C26	1	2	3	5	4	2	1	4
C27	1/2	1	2	4	3	1	1/2	3
C28	1/3	1/2	1	3	2	1/2	1/3	2
C29	1/5	1/4	1/3	1	1/2	1/4	1/5	1/2
C30	1/4	1/3	1/2	2	1	1/3	1/4	1
C31	1/2	1	2	4	3	1	1/2	3
C32	1	2	3	5	4	2	1	4
C33	1/4	1/3	1/2	2	1	1/3	1/4	1

根据判断矩阵,我们可以求出各矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$ 、一致性指标 CI 和一致性比例 CR;**B1**判断矩阵中 $\lambda_{\max}=11.080$ 、 $CI=0.008$ 、 $CR=0.005$;**B2**判断矩阵中 $\lambda_{\max}=4$ 、 $CI=0$ 、 $CR=0$;**B3**判断矩阵中 $\lambda_{\max}=6.067$ 、 $CI=0.013$ 、 $CR=0.011$;**B4**判断矩阵中 $\lambda_{\max}=4.044$ 、 $CI=0.015$ 、 $CR=0.016$;**B5**判断矩阵中 $\lambda_{\max}=8.098$ 、 $CI=0.014$ 、 $CR=0.010$ 。

可以看出,各个判断矩阵的一致性比例 CR 均小于 0.1,都具有满意的一致性,判断矩阵构建成功,得到所有指标的权重,结果如表 10 所示。

3.3 结果与分析

收集整理好山东半岛 7 个城市的二级指标的原始数据,进行标准化处理后,再乘以各个指标的综合权重,最后求和,就可以得到山东半岛 7 个城市的海洋资源环境承载力的大小,计算结果如表 11 所示。

表 10 各级指标权重				
一级指标及权重		二级指标及权重		
指标	权重	指标	权重	综合权重
B1	0.200	C1	0.153	0.031
		C2	0.084	0.017
		C3	0.023	0.005
		C4	0.084	0.017
		C5	0.084	0.017
		C6	0.084	0.017
		C7	0.084	0.017
		C8	0.153	0.031
		C9	0.153	0.031
		C10	0.048	0.010
		C11	0.048	0.010
B2	0.200	C12	0.167	0.033
		C13	0.167	0.033
		C14	0.167	0.033
		C15	0.500	0.100
		C16	0.128	0.026
B3	0.200	C17	0.054	0.011
		C18	0.054	0.011
		C19	0.210	0.042
		C20	0.210	0.042
		C21	0.345	0.069
		C22	0.069	0.014
B4	0.200	C23	0.389	0.078
		C24	0.389	0.078
		C25	0.154	0.031
		C26	0.217	0.043
B5	0.200	C27	0.132	0.026
		C28	0.081	0.016
		C29	0.119	0.024
		C30	0.050	0.010
		C31	0.132	0.026
		C32	0.217	0.043
		C33	0.050	0.010

表 11 山东半岛海洋资源环境承载力评价结果	
山东半岛地区	海洋资源环境承载力
威海	0.733
青岛	0.725

续表

山东半岛地区	海洋资源环境承载力
烟台	0.638
东营	0.612
滨州	0.526
潍坊	0.483
日照	0.461

根据计算结果,对照表 4,得到山东半岛 7 个城市的海洋资源环境承载力的等级:威海市和青岛市为优秀,烟台市和东营市为良好,滨州市、潍坊市和日照市为一般。下面是具体的分析结果。

(1)威海市海洋资源环境承载力等级为优秀:威海市近海生物资源丰富,近岸海域水质较好,建港条件优越,清洁能源开发潜力巨大,区位优势明显。近几年来,威海市以“海上粮仓”建设为核心,打造了具有威海特色的现代化渔业产业^[14],再加上有效的恢复和保护措施,海洋资源过度捕捞、海洋生物多样性锐减等问题也已经得到明显改善。

(2)青岛市海洋资源环境承载力等级为优秀:青岛市是山东省的经济中心,人口密度大,拥有众多的海洋科研机构和海洋人才,海洋资源丰富,海洋渔业、滨海旅游业也很发达,具有良好的经济基础和生态保护意识。经过长期的环境恢复与人工修复,海洋保护与建设取得了很大成效,在一定程度上提高了海洋资源环境的承载能力,但还存在一定的问题:海岸带破坏严重、赤潮频发等^[15]。

(3)烟台市海洋资源环境承载力等级为良好:烟台市自然条件优越,海洋油气资源丰富,生物多样性指数较高,环境宜人,是环渤海地区重要的港口城市。海洋科技进步,滨海旅游业等海洋优势产业发展迅速,已经成为山东省生态优良的海洋经济强市。但部分海域还存在氮、磷比例失衡以及海水富营养化等现象,莱州湾等典型生态系统呈现亚健康状态。

(4)东营市海洋资源环境承载力等级为良好:东营市位于黄河三角洲地区,海洋生物群落结构稳定,生物多样性指数较高,富存大量的油气资源,海洋经济发展的潜力巨大。但东营市海水环境质量

总体一般,近岸海域海水污染程度依然较重,需要加强海洋环境治理。

(5)滨州市海洋资源环境承载力等级为一般:滨州市是山东重要的沿海城市之一,海洋资源比较丰富,海洋经济成为全市国民经济的显著增长点。但近几年来近岸海域海水质量呈下降趋势,海洋优势产业不突出,海洋科技人才匮乏,今后还要着力引进海洋人才,促进蓝色经济崛起。

(6)潍坊市海洋资源环境承载力等级为一般:潍坊市海洋资源与其他几个市相比起来显得弱一些,海岸线开发潜力比较低。滨海旅游业取得了一定的突破,但海洋环境和滩涂湿地系统遭受了一定的破坏。要注重发展海洋生物资源利用、海洋能开发等新兴产业,进一步推动海洋资源环境承载力水平整体提升。

(7)日照市海洋资源环境承载力等级为一般:日照市近岸海域水质状况良好,但海洋资源总量较少,海岸带受到了一定的破坏,渔业资源衰退,海洋生物多样性下降。

4 结论

(1)根据海洋资源环境承载力理论研究,从海洋资源供给能力、海洋环境支撑能力、社会经济发展压力、海洋风险和社会支持 5 个方面出发,构建了海洋资源环境承载力评价指标体系,能更科学全面地体现海洋资源环境承载力的内涵。

(2)对山东半岛地区的自然环境、海洋资源和社会经济现状进行了分析和论述,收集和整理了该地区海洋资源、环境和社会发展方面的统计数据资料,奠定了丰富的资料数据基础。

(3)运用层次分析法对山东半岛 7 个城市的海洋资源环境承载力进行实例验证,提高了评价结果的科学性。通过此次评价,可得出,在山东半岛 7 个城市中,威海市和青岛市海洋资源环境承载力最好,烟台市和东营市次之,潍坊市、滨州市和日照市海洋资源环境承载力一般。

(4)山东半岛海洋资源综合优势突出,海洋经济拉动山东省国民经济迅速发展。山东半岛的建设离不开海洋资源与环境的支撑,因此,要坚持开发与保护并重,节约利用海洋资源,切实保护海岸

带、海岛和海洋生态环境,推动陆海污染同防同治,大力开展海洋灾害防治,改善海洋环境质量。只有这样,海洋资源环境与社会经济才能协调、可持续发展。

参考文献

[1] 关道明,张志锋,杨正先,等.海洋资源环境承载能力理论与测度方法的探索[J].中国科学院院刊,2016,31(10):1241—1247.

[2] 董文,张新,池天河.我国省级主体功能区划的资源环境承载力指标体系与评价方法[J].地球信息科学学报,2011,13(2):177—183.

[3] 毛汉英,余丹林.区域承载力定量研究方法探讨[J].地球科学进展,2001,16(4):549—555.

[4] 韩增林,狄乾斌,刘锴.海域承载力的理论与评价方法[J].地域研究与开发,2006,25(1):1—5.

[5] 谭映宇.海洋资源、生态和环境承载力研究及其在渤海湾的应用[D].青岛:中国海洋大学,2010.

[6] 王兆君,刘帅.基于国际比较的山东省蓝色经济发展对策研究

[J].青岛科技大学(社会科学版),2010,26(4):56—60.

[7] 王奎峰.山东半岛资源环境承载力综合评价与区划[D].徐州:中国矿业大学,2015.

[8] 任光超.我国海洋资源承载力评价研究[D].上海:上海海洋大学,2011.

[9] 王玉良.河北省海洋资源环境承载力研究[D].石家庄:河北师范大学,2016.

[10] 黄苇,谭映宇,张平.渤海湾海洋资源、生态和环境承载力评价[J].环境污染与防治,2012,34(6):101—109.

[11] 郭金玉,张忠彬,孙庆云.层次分析法的研究与应用[J].中国安全科学学报,2008,18(5):148—153.

[12] 苗丽娟,王玉广,张永华,等.海洋生态环境承载力评价指标体系研究[J].海洋环境科学,2006,25(3):75—77.

[13] 刘佳.山东半岛蓝色经济区海洋资源可持续供给保障研究[D].青岛:中国海洋大学,2014.

[14] 解承林,解文业.加快推进“海上粮仓”建设:对开发渔业资源,改善食物构成的战略思考[J].齐鲁渔业,2015(12):39—41.

[15] 李京梅,许玲.青岛市蓝色经济区建设的海洋资源承载力评价[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2013(6):8—13.