

基于层次分析法的南麂列岛海域人工鱼礁社会效果评价

王莹^{1,2},李怡^{1,2},萧云朴³,陈舜³,蔡厚才⁴,宋伟华^{1,2}

(1. 浙江海洋大学水产学院 舟山 316022;2. 浙江省海洋渔业装备技术研究重点实验室 舟山 316022;
3. 平阳县海洋与渔业局 温州 325400;4. 南麂列岛国家级海洋自然保护区管理局 温州 325400)

摘要:人工鱼礁建设具有生态效果、经济效果和社会效果。为科学指导人工鱼礁的建设方向,进一步促进海洋牧场建设以及海洋渔业资源和海洋生态环境的可持续发展,文章采用改进的层次分析法,从人工鱼礁与社会的适应性、对社会环境的影响、对社会生活的影响以及对其他行业发展的影响 4 个方面,选取政策符合性等 10 个评价指标,通过问卷调查的方式,对南麂列岛海域人工鱼礁的社会效果进行评价,填补该研究领域的空白。研究表明:根据各评价指标的权重和效果判定值,南麂列岛海域人工鱼礁产生了较好的社会效果,其中海洋生态环境、项目长远性、改善渔民生活质量和海洋捕捞业等指标发挥作用较大;未来将开展长期和连续的调查研究,提高评价可信度。

关键词:人工鱼礁;海洋牧场;层次分析法;海洋渔业;海洋生态环境

中图分类号:S953.1;P745 文献标志码:A 文章编号:1005-9857(2019)02-0040-05

Evaluation of Social Effects of Artificial Reefs in the South Bay Islands by AHP

WANG Ying^{1,2}, LI Yi^{1,2}, XIAO Yunpu³, CHEN Shun³, CAI Houcai⁴, SONG Weihua^{1,2}

(1. College of Fishery, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China;
2. Key Laboratory of Marine Fishery Equipment and Technology of Zhejiang, Zhoushan 316022, China;
3. Pingyang County Ocean and Fishery Bureau, Wenzhou 325400, China;
4. Nanji Islands National Marine Nature Reserve Administration, Wenzhou 325400, China)

Abstract: Artificial reef construction has ecological effects, economic effects and social effects. In order to scientifically guide the construction of artificial reefs and further promote the construction of marine pastures and the sustainable development of marine fishery resources and marine ecological environment, the paper adopted improved analytic hierarchy process, from the social adaptation, impact on social environment, impact on social life and impact on the development of other industries, and 10 evaluation indicators such as policy conformity were selected to

收稿日期:2018-08-13;修订日期:2019-01-15
基金项目:国家自然科学基金项目(40876049);浙江省自然科学基金项目(LY14C190005);浙江省重大项目(2018C02040);平阳县顺安标准渔港投资有限公司委托项目(20173303260501028692000).
作者简介:王莹,硕士研究生,研究方向为现代渔业工程
通信作者:宋伟华,教授,博士,研究方向为海洋渔业

evaluate the social effects of artificial reefs in the Nanji Islands by means of questionnaires. The results showed that the artificial reefs in the Nanji Islands have a good social effect according to the weights and effect judgment values of each evaluation index, among which the marine ecological environment, the long-term project, the improvement of fishermen's quality of life and the marine fishing industry played an important role. Long-term and continuous investigations will be conducted in the future to improve the credibility of the evaluation.

Key words: Artificial reef, Marine pastures, Analytic hierarchy process, Marine fishery, Marine ecological environment

0 引言

南麂列岛位于浙江省东南部平阳县鳌江口外的东海海域,是著名的南麂渔场所在地。优越的地理位置使南麂列岛海域拥有丰富的鱼类、贝类和藻类资源,渔业资源优势明显,被称为“贝藻王国”。

建设海洋牧场和投放人工鱼礁是实现海洋生态文明建设的重要途径之一。南麂列岛海域的人工鱼礁建设大致分为4个阶段。①试验攻关阶段:1986年在上马鞍海域试投放4个多层翼船型人工鱼礁,单体 $9.0\text{ m}\times 4.4\text{ m}\times 4.5\text{ m}$;2001年探测时鱼礁高度保持在 $2.0\sim 3.1\text{ m}$ ^[1]。②拓展阶段:2001年和2002年分别在马祖岙海域投放6个礁体、14个船礁和220个鲍礁;2003年在下马鞍一破屿海域和大桶山一后鹿山海域投放29个木质渔船礁和1个水泥运沙船礁;2005年在马祖岙海域和平屿海域投放19个改造型木质渔船礁。③巩固提高阶段:2011—2012年分别在火焮岙I区和II区海域投放64个和36个 $4.2\text{ m}\times 6.0\text{ m}\times 5.0\text{ m}$ 的四棱台钢质鱼礁,在火焮岙II区海域投放32个 $4.0\text{ m}\times 4.0\text{ m}\times 4.0\text{ m}$ 的混凝土框架礁。④规模建设阶段:2014年11月至2015年5月在上马鞍海域投放17个渔船礁;2016年在南麂列岛国家级海洋自然保护区以东海域新建5个鱼礁群,同年11月投放1630个 $2.0\text{ m}\times 2.0\text{ m}\times 2.0\text{ m}$ 的框架鱼礁;在火焮岙海域新建1个藻礁群,投放60组共300个三层三棱体。2016年南麂列岛海域海洋牧场被列入第二批国家级海洋牧场示范区,建设面积达 695.5 hm^2 ,为保护海洋生态环境和改善海洋渔业资源做出重要贡献。

人工鱼礁建设可获得生态效果、经济效果和社会效果。对于生态效果,日本学者^[2-3]研究人工鱼

礁的流场效应;虞聪达^[4]通过数值分析,提出人工船礁投放的优选方式;章守宇等^[5]研究海州湾的人工鱼礁,结果表明人工鱼礁的投放改变流场,使礁体周围的底质变粗。对于经济效果,国外学者^[6-8]分析成本效率和成本收益;尹增强等^[9-10]采用模糊隶属函数,为东海区资源保护型人工鱼礁的评价指标赋值,采用熵权法确定人工鱼礁经济效果评价指标的权重,并计算其评价值。对于社会效果的研究较少,国外学者评价马萨诸塞州人工鱼礁项目的社会风险和收益;于晴等^[11]评价山东省典型人工鱼礁区的增殖情况,并采用层次分析法分析其社会效果。

自1987年起,南麂列岛海域多次开展人工鱼礁的生态效果调查,与对照区相比,鱼礁区的渔业资源有所增加、生态环境有所改善。然而其社会效果评价仍为空白。因此,本研究于2017年10月对南麂列岛海域国家级海洋牧场示范区的人工鱼礁开展调查,采用改进的层次分析法,分别从人工鱼礁与社会的适应性、对社会环境的影响、对社会生活的影响以及对其他行业发展的影响4个方面,选取10个评价指标,评价人工鱼礁的社会效果,为海洋牧场示范区建设提供参考,同时为相关评价提供依据。

1 评价方法

美国运筹学家Saaty于20世纪70年代研究并提出层次分析法(AHP)^[12-14],其基本特点是对复杂问题进行层次化和模型化分析,对定性指标进行定量分析,从而提供系统化的决策方法^[15]。由于人工鱼礁社会效果的评价指标多为定性指标,可采用层次分析法。

传统的层次分析法采用九标度,但在实际应用

中往往难以获得较准确的比较标度,导致比较矩阵的一致性较差。因此,本研究采用改进的层次分析法,主要有 3 个步骤^[16-17]。

(1)根据评价目标,将复杂问题从上到下分成目标层、准则层和指标层。

(2)两两比较每层所包含元素的相对重要性,并采用三标度表示,建立三标度比较矩阵。如某层有 n 个元素,通过两两比较(针对上一层某元素)各元素的相对重要性,得到比较矩阵:

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & C_{nn} \end{bmatrix}$$

其中: $C_{ij}=2$,则 i 元素比 j 元素重要; $C_{ij}=1$,则 i 元素与 j 元素同样重要; $C_{ij}=0$,则 i 元素没有 j 元素重要($i, j=1, 2, \cdots, n$)。

(3)为更加准确地反映各元素在模拟准则下的相对重要性,将三标度比较矩阵转换成间接判断矩阵。利用比较矩阵 C 计算各元素相对重要性的排序指数,计算公式为:

$$r_i = \sum_{j=1}^n C_{ij}$$

计算最大排序指数和最小排序指数:

$$r_{\max} = \max\{r_i\}, \quad r_{\min} = \min\{r_i\}$$

选取最大和最小排序指数所对应的元素作为基点,通过比较,并按照定义的九标度给出该基点的相对重要性 A_m ($A_m > 1$)。在建立判断矩阵时将评价指标两两比较,运用九标度层次分析法确定指标权重,最终计算人工鱼礁社会效果的综合评价价值。

2 评价指标

南麂列岛海域的人工鱼礁主要是资源保护型鱼礁,是由政府管理和资助的公益项目,主要目的是恢复渔业资源和保护生态环境,从而提高公众的海洋意识和守法意识,因此南麂列岛海域人工鱼礁的社会效果是其所对社会整体发展的影响结果。

通过实地调查并参考其他人工鱼礁项目的效果评价方法,得出南麂列岛海域人工鱼礁社会效果的评价指标,主要包括与社会的适应性、对社会环境的影响、对社会生活的影响以及对其他行业发展

的影响(表 1)。

表 1 南麂列岛海域人工鱼礁社会效果的评价指标

目标层	准则层	指标层
人工鱼礁的社会效果	与社会的适应性(A_1)	政策符合性(B_1) 项目长远性(B_2) 公众海洋生态环境保护意识(B_3)
	对社会环境的影响(A_2)	公众认可度(B_4) 海洋生态环境(B_5) 废旧资源利用(B_6)
	对社会生活的影响(A_3)	提供优质海水产品(B_7) 改善渔民生活质量(B_8)
	对其他行业发展的影响(A_4)	休闲渔业(B_9) 海洋捕捞业(B_{10})

3 评价过程

本研究对平阳县政府海洋和水产部门的人员开展问卷调查,通过数据整理和 AHP 软件分析,确定人工鱼礁社会效果评价指标的权重,并通过一致性检验(表 2)。

表 2 南麂列岛海域人工鱼礁社会效果评价指标的权重

准则层(权重)	指标层(权重)
$A_1(0.188\ 2)$	$B_1(0.062\ 7)$
	$B_2(0.125\ 5)$
	$B_3(0.145\ 9)$
$A_2(0.558\ 1)$	$B_4(0.079\ 0)$
	$B_5(0.300\ 6)$
	$B_6(0.032\ 6)$
	$B_7(0.062\ 7)$
$A_3(0.188\ 2)$	$B_8(0.125\ 5)$
	$B_9(0.021\ 8)$
$A_4(0.065\ 5)$	$B_{10}(0.043\ 7)$

4 评价结果

4.1 综合评价

将各项评价指标的问卷结果分为非常好、好、一般、差和非常差 5 个层次,分别赋值 1.0、0.8、0.6、0.4 和 0.2,并将该效果判定值分别乘以指标权重,得出南麂列岛海域人工鱼礁社会效果评价指标

的综合评价值(表 3)。

表 3 南麂列岛海域人工鱼礁社会效果评价指标的综合评价值			
评价指标	效果判定值	指标权重	综合评价值
B_1	1.0	0.062 7	0.062 70
B_2	0.8	0.125 5	0.100 40
B_3	0.6	0.145 9	0.087 54
B_4	0.8	0.079 0	0.063 20
B_5	0.8	0.300 6	0.240 48
B_6	0.8	0.032 6	0.026 08
B_7	0.6	0.062 7	0.037 62
B_8	0.6	0.125 5	0.075 30
B_9	0.6	0.021 8	0.013 08
B_{10}	0.6	0.043 7	0.026 22

将表 3 中各评价指标的综合评价值相加,可得南麂列岛海域人工鱼礁社会效果的综合评价值为 0.732 62。综合评价值的最大值为 1,越接近 1 表明效果越好,因此南麂列岛海域人工鱼礁产生了较好的社会效果。

4.2 指标分析

根据评价指标体系中准则层指标的权重,在南麂列岛海域人工鱼礁的社会效果中,占比最大的是对社会环境的影响,其次是与社会的适应性和对社会生活的影响,最小的是对其他行业发展的影响。

4.2.1 对社会环境的影响

人工鱼礁对社会环境的影响主要体现在公众海洋生态环境保护意识、公众认可度、海洋生态环境和废旧资源利用 4 个方面,其中海洋生态环境占比最大。

南麂列岛海域的人工鱼礁主要是资源保护型鱼礁,通过防止大型渔具作业以及使拖网、围网和刺网等避开鱼礁区,保护生态环境和恢复渔业资源。当地渔民对人工鱼礁已有一定程度的了解和认可,且支持政府实施的相关政策,但海洋生态环境保护意识仍有待提高。

4.2.2 与社会的适应性

人工鱼礁与社会的适应性主要体现在政策符合性和项目长远性 2 个方面,其中项目长远性占比

较大。

项目长远性即从长远发展角度考虑,人工鱼礁可为当地带来长期的综合效益;通过人工鱼礁的建设,南麂列岛海域已产生较明显的生态、经济和社会效益。政策符合性即人工鱼礁建设与国家政策紧密相关,符合南麂列岛海域渔业发展的需要;为减缓东海区渔业资源的衰退,浙江省政府出台一系列政策,其中投放人工鱼礁是建设海洋牧场和修复海洋生态环境最有效和最重要的措施之一。

4.2.3 对社会生活的影响

人工鱼礁对社会生活的影响主要体现在提供优质海水产品和改善渔民生活质量 2 个方面,其中改善渔民生活质量占比较大。

改善渔民生活质量即通过人工鱼礁建设,当地渔民的就业机会和收入增加,生活水平有所提高。提供优质海水产品即通过人工鱼礁的增殖放流,富集和产出各种优质经济鱼类,目标鱼种质量有所提高。

4.2.4 对其他行业发展的影响

人工鱼礁对其他行业发展的影响主要体现在休闲渔业和海洋捕捞业 2 个方面,其中海洋捕捞业占比较大。

休闲渔业即因人工鱼礁建设而形成丰富的海洋生物资源,促进休闲渔业发展。海洋捕捞业即通过人工鱼礁建设,海洋生态环境得到改善,渔获物的数量增加和种类增多,促进海洋捕捞业发展。

5 结语

21 世纪以来,针对海洋渔业资源衰退和海洋生态环境恶化的形势,我国大规模开展人工鱼礁建设,保护和增殖海洋渔业资源,改善海洋生态环境,提高海洋生物多样性,促进可持续发展。南麂列岛海域的人工鱼礁对东海区渔业资源的恢复和生态环境的修复发挥至关重要的作用,为实现其生态效果、经济效果和社会效果的最大化,礁区选址、礁体结构和礁体组合等设计应尽可能地科学和合理,避免人工鱼礁在波流作用下出现滑动、倾覆、变形和沉陷的情况。

人工鱼礁的生态效果、经济效果和社会效果决定其服务价值,其中社会效果评价可指导人工鱼礁

的发展方向,具有重要意义。本研究评价南麂列岛海域人工鱼礁的社会效果,调查样本较少,专业分析较多。下一步将加大宣传和推广力度,对人工鱼礁项目的各方面进行长期和连续的调查和研究,以获得更全面和更完善的评价结果,提高相关结论的可信度。

参考文献

[1] 吴树敬,王少华.温州建设人工鱼礁发展生态渔业[J].海洋开发与管理,2002,19(4):51—54.

[2] 黑木敏郎,佐藤修,尾崎晃.鱼礁构造的物理学的研究[A].北海道水产部研究报告[R].东京:恒星社厚生阁,1964:1—19.

[3] 佐藤修.人工鱼礁[M].东京:恒星社厚生阁,1984.

[4] 虞聪达.舟山渔场人工鱼礁投放海域生态环境前期评估[J].水产学报,2004,28(3):316—322.

[5] 章守宇,张焕君,焦俊鹏,等.海州湾人工鱼礁海域生态环境的变化[J].水产学报,2006,30(4):475—480.

[6] BOMBACE G.Protection of artificial habitats by artificial reefs [A]. European Artificial Reef Research, Proceedings, First EARRN Conference[C].Southampton:Southampton Oceanography Centre,1997:1—15.

[7] WHITMARSH D,PICKERING H.Commercial exploitation of artificial reefs;economic opportunitiesand management imperatives[R].Portsmouth:University of Portsmouth,1997.

[8] PICKERING H,WHITMARSH D,JENSEN A.Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems;investigating the potential[J].Marine Pollution Bulletin,1999,37(8):505—514.

[9] 尹增强,章守宇.东海区资源保护型人工鱼礁生态效果评价体系的初步研究[J].海洋渔业,2012,34(1):23—31.

[10] 尹增强.人工鱼礁效果评价理论与方法的研究[D].上海:上海海洋大学,2010.

[11] 于晴,唐衍力.基于熵权模糊物元法的人工鱼礁生态效果综合评价[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2016,46(1):18—26.

[12] SAATY T L.The analytic process[M].New York:Mc Graw Hill,1980.

[13] SAATY T L.Decision making for leaders[M].Belmont:Life Time Learning Publications,1985.

[14] SAATY T L.How to make a decision:the analytic hierarchy process[J].European Journal of Operational Research,1990,48(1):9—26.

[15] 徐洁,平瑛,王鹏.基于 SWOT-AHP 的浙江省休闲渔业发展战略研究[J].中国农学报,2015,31(17):38—43.

[16] 张航,谢传利,高俊,等.基于三标度法的层次分析法在储层分类评价中的应用[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2015,17(6):30—32.

[17] 左军.层次分析法中判断矩阵的间接给出法[J].系统工程,1988,6(6):56—62.