

## 舟山市海洋渔业与海洋生态保护的耦合协调性分析

朱雅倩 (浙江海洋大学, 浙江舟山 316022)

**摘要** 以浙江省舟山市为例,从理论和实证两方面探讨海洋渔业经济与海洋生态保护的协调性问题,探索党的十九大所提出的“坚持陆海兼顾、扎实推进海洋强国建设”在驱动我国经济发展进程中的作用路径,为促进海洋经济与生态保护协调发展提出具有参考性的建议。通过构建海洋生态保护与海洋渔业经济耦合协调模型,运用熵值法对舟山市生态环境保护与海洋渔业经济发展耦合协调度进行测算,得出舟山市2000—2019年海洋生态环境质量与海洋渔业经济发展的协调度变化趋势。结果表明:舟山市海洋渔业与海洋生态保护耦合度协调度总体呈衰退趋势,生态环境发展水平衰退,未建立长效运行机制;还存在生态环境保护力度不足、海洋环境的质量日趋下降、海洋科技水平有待提高、海洋产业结构不尽合理等问题。针对这些问题,提出培育海洋生态文明意识、建立海洋生态补偿机制、加大科学技术创新投入、优化海洋经济产业结构等对策建议。

**关键词** 耦合协调性;熵值法;海洋渔业经济;生态经济保护

中图分类号 F323 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)14-0191-06

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.14.045



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Analysis on the Coupling Coordination between Marine Fishery Economic Development and Marine Ecological Protection in Zhoushan City of Zhejiang Province

ZHU Ya-qian (Zhejiang Ocean University, Zhoushan, Zhejiang 316022)

**Abstract** Taking Zhoushan City in Zhejiang Province as an example, the coordination of marine ecological protection and marine fishery economic development was explored from both theoretical and empirical aspects, and the role of the viewpoint of adhering to the balance of land and sea and firmly promoting the construction of a powerful ocean in the process of driving China's economic development which was put forward by the 19th National Congress of the Communist Party of China was explored, in order to put forward referential suggestions for promoting the coordinated development between marine fishery economy and ecological protection. By constructing the coupling coordination model of marine ecological protection and marine fishery economy, the coupling coordination degree between ecological protection and marine fishery economic development in Zhoushan was measured by using the entropy method, and the change trend of coordination degree between marine ecological protection and marine fishery economic development in Zhoushan from 2000 to 2019 was obtained. The results showed that the coupling coordination of Zhoushan was generally declining, the level of ecological environment development was declining, and no long-term operation mechanism has been established. There were still some problems such as insufficient ecological environment protection, the decreasing quality of marine environment, the need to improve the level of marine science and technology, and the unreasonable structure of marine industry, etc. In view of these problems, some countermeasures were put forward, including cultivating the awareness of marine ecological civilization, establishing the compensation mechanism of marine ecology, increasing the investment in scientific and technological innovation, and optimizing the industrial structure of marine economy.

**Key words** Coupling coordination; Entropy method; Marine fishery economy; Ecological economic protection

近几年来,在“海洋强国”战略布局的推动下,海洋经济已成为我国经济发展中不可或缺的蓝色引擎,海洋开发与利用也成为沿海地区新的经济增长点<sup>[1-3]</sup>。海洋渔业作为海洋的基础产业,不仅可以为人类提供营养蛋白质,满足人们对食物的需求,还为国际贸易提供了重要商品;不仅有利于缓解人多地少的矛盾,还有利于国民经济的持续健康发展<sup>[4]</sup>。舟山市“十四五”规划指出,要建设海洋经济高质量发展示范区,经济结构更加优化,海洋生物、海洋渔业、海岛旅游业等海洋产业加速发展,初步建立起具有国际竞争力的现代海洋产业体系<sup>[5-6]</sup>。生态系统是人类赖以生存的自然条件<sup>[7]</sup>。经济的发展需要有好的生态环境作为支撑,海洋渔业经济的持续健康发展应以良好的海洋生态环境作为前提和基础。

然而,由于海洋生态环境的脆弱性、复杂性和不确定性,在海洋经济高速发展的同时,海洋资源大量消耗、海洋环境问题日益突出<sup>[8]</sup>。海洋渔业产业作为海洋产业中资源投入占比最大的部门,在过去的发展过程中存在的不合理的海洋资源的开发与利用,导致能源消耗较多,对我国海洋生态环

境造成了较大的危害<sup>[9]</sup>。资源浪费、海洋环境污染和过度开发等不合理利用行为,造成海洋环境压力较大,因此海洋渔业经济与海洋生态环境是否相协调也引起了国内学者的关注。在海洋经济与海洋生态关系上,刘波等<sup>[10]</sup>运用耦合度模型、耦合协调度模型和核密度估算模型分析了江苏省海洋经济系统与海洋生态的关系,认为坚持生态优先、绿色发展的理念对建设现代化经济体系和海洋强省具有重要意义。李洪英等<sup>[11]</sup>运用协调发展度评价模型对浙江省海洋经济系统与海洋生态的关系进行研究,从低碳经济的视角探讨促进浙江海洋经济与生态环境协调发展的对策建议。吕祥等<sup>[12]</sup>以舟山群岛新区为例,基于经济与环境协调发展评价方法分析海岛经济与环境协调发展情况,指出可以通过加快发展海岛特色产业,促进产业转型升级建立海岛生态补偿机制,实施生态修复工程,来提升海洋生态系统稳定性。付秀梅等<sup>[13]</sup>利用环境库兹涅茨曲线建立海洋经济与环境污染水平计量模型,并指出海洋经济的增长并不一定能带来海洋环境的改善,环境质量水平的提高需要多种因素的共同作用。石晓然<sup>[14]</sup>基于海洋生态补偿的视角利用熵值法分析了海洋经济和海洋生态环境的耦合关系和脱钩关系,并指出发展海洋经济要始终把海洋生态

**作者简介** 朱雅倩(1995—),女,安徽安庆人,硕士研究生,研究方向:海洋经济与政策。

**收稿日期** 2021-11-23; **修回日期** 2022-04-14

环境放在首要地位,尽快在全国范围内推广海洋生态补偿政策,坚持生态红线不动摇,尽快实现海洋生态环境良好健康发展。在海洋渔业与海洋生态关系方面,傅广宛等<sup>[15]</sup>指出在长三角海洋渔业环境污染的合作治理过程中,合作治理主体单一、合作治理方式制度化程度低、合作治理过程沟通不通畅等问题,治理长三角地区的海洋渔业环境污染必须进一步优化海洋渔业环境污染合作治理机制。于谨凯等<sup>[16]</sup>利用海洋渔业经济系统环境耦合协调度的时空分异模型,对海洋渔业经济系统环境适应耦合协调度进行了研究,提出实现海洋渔业经济系统及资源环境系统高度协调需要加强海洋渔业布局规划,充分发挥资源环境系统的自我净化能力等对策。于谨凯等<sup>[17]</sup>利用熵权法和 L-V 模型对海洋渔业生态经济系统发展水平进行测算,并提出加大海洋渔业科技资金投入、优化海洋渔业产业结构、创新生态管理体制等生态经济系统协调度优化对策。综上所述,当前耦合协调性研究多为海洋经济与海洋生态方面的研究,海洋渔业与海洋生态的耦合协调性研究较少。综上,笔者以浙江省舟山市为例,运用熵值法和耦合协调度模型对舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境的协调度进行测算,并根据实证结果和现阶段我国海洋经济与海洋环境相关政策,提出海洋渔业与海洋生态协调发展的建设路径和参考建议。

## 1 研究地区与样本概况

浙江省坐落于中国东南沿海,是“21 世纪海上丝绸之路”重要区域。浙江省海岸线总长 6 715 km,海洋资源十分丰富,海洋经济在建设海洋强省中占据着重要的一极。

舟山市位于浙江省东北部,是全国唯一由岛屿组成的省辖地级市。舟山是由星罗棋布的 1 390 个岛屿组成,区域总面积 2.22 万 km<sup>2</sup>,其中海域面积 2.08 万 km<sup>2</sup>。舟山市背靠中国经济最具活力的长三角地区,北通上海、南接宁波;东连公海、面朝太平洋,是中国对外开放的重要窗口之一,也是中外船舶往来的必经之地。舟山市作为国家级自由贸易示范区、全国首个国家绿色渔业实验基地、国家级海洋牧场示范区和拥有世界第一大港口的宁波舟山港,在建设海洋强省中具有重要地位。

以建设海洋经济高质量发展示范区、品质高端独具韵味的海上花园城市、长三角海洋科技创新中心、长三角对外开

放新高地、以油气为核心的大宗商品资源配置基地、美丽中国海岛样板和建设市域治理现代化先行区为主要目标,舟山市通过战略实施、科技带动和项目引领,海洋经济发展愈发强劲。海洋渔业经济是海洋经济的重要部分,海洋渔业是舟山市三大产业之一。2019 年舟山市海洋捕捞产量 146.553 万 t,远洋渔业总产量 54.196 万 t;水产品总产量 175.553 万 t;海水养殖面积 4 176 hm<sup>2</sup>,海水养殖产量 28.504 万 t。舟山市海洋生态环境质量总体好转,根据海洋生态环境检测结果,2019 年舟山市海域水质达到《海水水质标准 GB 3097—1997》第一类及第二类海水水质标准的海域面积占近岸海域面积的比例 38.4%,同比增长 13.2%。近岸海域富营养化状况依然明显,海洋沉积物中污染物超标状况依然存在。

## 2 研究设计

政策制定者必须明晰海洋渔业经济与海洋生态环境两者之间相互依存的关系,并结合现实情况,适时调整行动策略。同时,针对不同区域进行差异化治理,简单的同一政策措施会导致超载、同质化和自然资源环境损失等问题出现<sup>[18]</sup>。

随着海洋经济和海洋生态之间的矛盾日益凸显,海洋经济的持续性发展受到挑战。舟山市的海洋渔业在海洋经济发展中具有重要地位,因此需要制定海洋渔业长远发展目标,协调好海洋渔业经济和海洋生态环境之间的关系。

**2.1 测算模型** 耦合是两个或多个系统之间相互依赖程度的度量。耦合度可以在一定程度上量化海洋环境与区域经济协调发展的程度。但是,鉴于耦合度不能反映两个系统协调发展水平的高低,因此选择耦合协调度进行评估。舟山海洋生态环境与海洋渔业经济的耦合协调度<sup>[19]</sup>,可以在一定程度上反映舟山海洋环境的保护和海洋生态文明建设的质量,反映社会可持续发展的水平。因此海洋渔业经济发展水平与海洋生态环境质量,这两个子系统之间对立统一的关系称为耦合关系。

结合既有研究成果,并考虑到舟山市数据的可获得性,从规模指标、水平指标和结构指标的角度构建反映海洋渔业经济发展的指标体系,并从海洋环境承载指标、工业生态化水平指标和海洋灾害指标的角度构建反映海洋生态环境质量的指标体系,具体见表 1。

表 1 海洋渔业经济与海洋生态环境质量指标体系及权重

Table 1 The index system and weight of marine fishery economy and marine ecological environment quality

目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	指标层 Indicator layer	指标性质 Indicator nature	指标权重 Indicator weight
海洋渔业经济水平指数 Marine fisheries economic level index	规模指标	X <sub>1</sub> :海洋渔业总产值(万元)	正向指标	0.196 3
		X <sub>2</sub> :海洋机动渔船吨位(t)	正向指标	0.054 8
	水平指标	X <sub>3</sub> :渔业劳动力(人)	正向指标	0.024 1
		X <sub>4</sub> :渔民人均收入(万元)	正向指标	0.184 1
		X <sub>5</sub> :集约化养殖产量(t)	正向指标	0.033 1
海洋渔业生态化水平指数 Marine fishery ecological level index	海洋环境承载指标	Y <sub>1</sub> :工业废水排放量(万 t)	负向指标	0.038 5
		Y <sub>2</sub> :工业固体废弃物排放量(万 t)	负向指标	0.007 5
	工业生态化水平指标	Y <sub>3</sub> :工业固体废弃物综合利用量(万 t)	正向指标	0.289 8
		Y <sub>4</sub> :一般工业固体废弃物处置量(万 t)	正向指标	0.161 4
		海洋灾害指标	Y <sub>5</sub> :赤潮面积(km <sup>2</sup> )	负向指标

## 2.2 数据来源与处理

**2.2.1 数据来源。**数据主要来源于《舟山统计年鉴》和《舟山市海洋环境公报》,部分缺失数据指标通过 SPSS 12.0 软件计算所得。该研究对所有原始数据均采取了归一化方法进行了无量纲处理。

**2.2.2 数据标准化处理。**由于不同数据之间的对比存在差异且难以进行量纲,鉴于原始数据本身单位的不同,形成较为直观的比较存在一定程度的困难。为改善海洋渔业经济与海洋生态环境两者之间综合评价的客观性和准确度,该研究通过数据的标准化处理去除量纲影响,具体处理过程如下:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (x_{ij} \text{ 为正向指标}) \quad (1)$$

$$x'_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (x_{ij} \text{ 为负向指标}) \quad (2)$$

式中, $x'_{ij}$ 为第*i*年份(地区)第*j*个指标标准化后的值, $x_{ij}$ 为初始值; $\max(x_{ij})$ 和 $\min(x_{ij})$ 分别为第*j*个指标的最大值与最小值。

### 2.2.3 指标权重的确定。

(1) 经过标准化处理后得到数据  $x'_{ij}$  进行坐标平移,即:

$$y_{ij} = x'_{ij} + A \quad (3)$$

式中, $A$ 为平移的幅度,此处取 $A = 0.0001$ ,再对数据进行归一化处理,具体处理步骤如下:

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (4)$$

(2) 计算各指标的熵值以及冗余度,从而确定各指标的权重列于表 2。

$$\text{熵值计算公式: } e_j = \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln \left( \frac{1}{p_{ij}} \right) \quad (5)$$

$$\text{冗余度计算公式(差异系数): } u_j = 1 - e_j \quad (6)$$

$$\text{熵权计算公式(指标权重): } \theta_j = \frac{u_j}{\sum_{i=1}^m u_j} \quad (7)$$

舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境质量评价体系各指标权重列入表 1。

## 3 舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境质量耦合协调性实证分析

**3.1 构建评价指标体系** 基于科学性、全面性、可再现性等原则,参考相关研究文献遴选评价指标构建海洋渔业经济发展评价体系与海洋生态环境质量评价体系。为了更客观地利用信息效用值来确定每个指标的权重,应根据每个指标在各自评估体系中的重要性,选择熵值法为每个指标赋予相应的权重。将熵值法计算的结果和标准化后的各指标值加权求和作为评价指标的结果。根据两个系统的评价指标结果,构建了耦合协调度模型<sup>[22]</sup>。在此基础上,对舟山市海洋渔业经济发展与海洋生态环境质量两系统相互关系进行分析。

根据对海洋渔业经济( $U_1$ )和海洋生态环境( $U_2$ )的测度,构建综合评价模型:

$$M_Q = \sum_{i=1}^m \theta_j x'_{ij}, Q = 1, 2 \quad (8)$$

式中, $m$ 是指标个数; $\theta$ 是由熵值法确定的指标权重(表 2); $x'_j$ 为数据标准化处理之后的各项指标的数值,由此可以分别得到海洋渔业经济发展情况综合得分  $U_1$  和海洋生态环境质量综合得分  $U_2$ 。

海洋渔业经济与海洋生态环境质量的耦合协调度  $D$  具体公式:

$$D = 2\sqrt{U_1 U_2 / (U_1 + U_2)^2} \quad (9)$$

海洋渔业经济发展与海洋生态环境质量的综合指标之间相关性,若耦合度  $D$  的数值越大说明二者之间的相关性越强,耦合协调度也就越显著。

鉴于耦合协调度较高水平的地区也有可能出现环境和经济均落后或者环境和经济均发展的两种情况,这种情况的出现会导致耦合协调度在评价经济与环境协调水平上存在局限性,在反映二者的综合效益上缺少严谨性。

因此,进一步选取耦合协调发展度  $F$  进行测评,具体公式如下:

$$E = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (10)$$

$$F = \sqrt{D \times E} \quad (11)$$

考虑到经济发展与生态环境重要性一致,该研究选取相同的权重,即 $\alpha = \beta = 0.5$ ,其中 $\alpha$ 为海洋渔业经济权重, $\beta$ 为海洋生态环境权重, $E$ 表示海洋渔业经济与海洋生态环境的综合效益。耦合协调发展度  $F$  同时涉及总体效益和耦合协调度之间的关系,因此可以将其作为海洋生态和海洋经济协调发展水平的参考。

根据测算得出的  $F$  值,划分 5 种基本类型,并与环境和经济的综合水平评价更深一步划分 3 个小分类,从而更加客观性地评价海洋渔业经济与海洋生态环境之间的协调程度,具体分类见表 2。

表 2 耦合协调发展水平的基本类型

Table 2 Basic types of coupling and coordinated development levels			
类型 Type	$F$	环境与经济的 综合评价对比 Comprehensive evaluation and comparison of environment and economy	基本类型 Basic type
良好协调发展 Well-coordinated development	0.8~1.0	$U_1 < U_2$	良好协调发展类经济滞后性
		$U_1 = U_2$	良好协调发展类环境经济同步型
		$U_1 > U_2$	良好协调发展类环境滞后性
中度协调发展 Moderately coordinated development	>0.6~0.8	$U_1 < U_2$	中度协调发展类经济滞后性
		$U_1 = U_2$	中度协调发展类环境经济同步型
		$U_1 > U_2$	中度协调发展类环境滞后性
勉强协调发展 Barely coordinated development	>0.4~0.6	$U_1 < U_2$	勉强协调发展类经济滞后性
		$U_1 = U_2$	勉强协调发展类环境经济同步型
		$U_1 > U_2$	勉强协调发展类环境滞后性
中度失调衰退 Moderate dissonance decline	>0.2~0.4	$U_1 < U_2$	中度失调衰退类经济滞后型
		$U_1 = U_2$	中度失调衰退类环境经济同步型
		$U_1 > U_2$	中度失调衰退类环境滞后型
严重失调衰退 Severe dissonance recession	0~0.2	$U_1 < U_2$	严重失调衰退类经济滞后型
		$U_1 = U_2$	严重失调衰退类环境经济同步型
		$U_1 > U_2$	严重失调衰退类环境滞后型

**3.3.1 海洋渔业经济评价指标。**海洋渔业经济发展水平评价指标体系由海洋渔业总产值、海洋机动渔船吨位、渔业劳

动力、渔民人均收入以及集约化养殖产量这5个指标构成,指标说明如下,详细数据见表3。

表3 舟山市海洋渔业与海洋生态环境评价指标数据统计

Table 3 Statistics of the evaluation indicators of marine fishery and marine ecological environment in Zhoushan City

年份 Year	$X_1$ //万元	$X_2$ //t	$X_3$ //人	$X_4$ //万元	$X_5$ //t	$Y_1$ //万 t	$Y_2$ //万 t	$Y_3$ //万 t	$Y_4$ //万 t	$Y_5$ //km <sup>2</sup>
2000	653 543	992 702.474	101 657	6.428 9	51 891	891	0.540 0	16.93	0.15	2 738.968 8
2001	641 132	892 984	110 394	5.807 7	63 427	938	0.510 0	16.21	0.21	2 200
2002	641 251	886 026	113 066	5.671 5	83 774	1 043	0.050 0	17.04	1.54	3 000
2003	655 272	859 367	107 929	6.071 3	109 484	958	1.219 0	31.33	0.98	2 150
2004	750 054	826 869	99 993	7.501 1	126 264	1 038	0.470 0	36.38	0.99	6 100
2005	784 021	804 165	99 956	7.843 7	115 399	1 800	0.580 0	42.24	0.42	10 000
2006	729 606	838 470	94 145	7.749 8	119 461	1 754	0.000 6	40.96	0.46	3 036
2007	767 125	849 604	95 394	8.041 6	115 861	1 687	1.219 0	64.28	0.64	2 600
2008	835 249	828 808	99 152	8.423 9	113 797	1 848.44	0.020 0	65.62	1.01	6 000
2009	857 478	858 778	100 524	8.530 1	127 402	1 856.44	0.030 0	62.75	0.43	2 440
2010	1 006 246	871 623	99 918	10.070 7	134 210	1 493.28	1.219 0	77.66	0.35	1 650
2011	1 242 332	949 028	101 474	12.242 9	98 627	2 125	1.219 0	73.03	4.96	420
2012	1 342 662	1 059 945	103 565	12.964 4	115 931	1 951	1.219 0	74.24	0.95	755
2013	1 533 550	1 101 121	101 658	15.085 4	122 453	2 094	1.219 0	74.44	0.15	2 738.968 8
2014	1 610 157	1 119 442	103 799	15.512 3	130 218	2 150	1.219 0	94.27	0.35	1 071
2015	17 588 082	1 147 772	98 601	178.376 3	141 701	2 202	1.219 0	132.63	0.51	80
2016	2 015 139	1 185 040	101 046	19.942 8	151 780	1 439	8.770 0	113.38	8.77	1 630
2017	2 262 231	1 239 209	100 904	22.419 6	242276	1 250	1.219 0	120.43	4.52	691.5
2018	2 484 989	1 274 800	107 159	23.189 7	262 788	1 138	1.219 0	129.93	21.32	2 738.968 8
2019	2 536 836	1 268 296	104 106	24.367 8	285 043	1 448	1.219 0	175.52	1.69	2 738.968 8

(1)海洋渔业总产值。海洋渔业总产值是指在开发利用的海域采集、捕捞或者人工养殖的具有经济价值的各种水生动植物所获得的渔业产品总产值,反映渔业资源经济发展的能力和规模。

(2)海洋机动渔船吨位。机动渔船吨位能够反映出海洋产业生产规模。海洋机动渔船吨位指配置机器作为动力的从事海洋渔业生产和辅助渔业生产的船舶吨位。

(3)渔业劳动力。渔业劳动力指凡是从事渔业生产活动时间全年累计达到或者超过3个月,且年龄在16周岁以上的人。从事渔业劳动的人数越多说明渔业产业规模越大,占经济比例较大。

(4)渔民人均收入。总的海洋渔业总产量和渔业劳动力人数之商,就是渔民人均收入。从数据收集来看,舟山市渔民收入是逐年递增的。

(5)集约化养殖产量。集约化养殖产量能够反映当地渔民生产方式。与粗放式养殖不同的是,集约化养殖对海洋生态环境更加友好,符合海洋经济可持续性绿色发展的目标。

**3.1.2 海洋生态环境质量评价指标。**海洋生态环境质量指标体系由工业废水排放量、工业固体废物排放量、工业固体废物综合利用率、一般工业固体废物处置量以及赤潮面积这5个能够综合评价海洋生态环境质量的指标构成,指标说明如下。详细数据见表3。

(1)工业废水排放量。工业废水排放量是指经过企业厂区所有排放口排到企业外部的工业废水量。工业废水排放量是评价污染的重要指标之一,工业废水大多来源于陆上企

业的废水排放。

(2)工业固体废物排放量。工业固体废物排放量是指将所产生的固体废物排到固体废物污染防治设施、场所以外的量。工业固体废物过多的排到海洋,会导致海洋污染沉积物增加,危害海洋生物安全。

(3)工业固体废物综合利用率。工业固体废物综合利用率是指通过回收、加工、循环、交换等方式,从固体废物中提取的或者使其转化为可以利用的资源、能源和其他原材料的固体废物量。

(4)一般工业固体废物处置量。一般工业固体废物处置量是指将固体废物非少或者最终置于符合环境保护规定要求的场所并不再回去的工业固体废物量。

(5)赤潮面积。赤潮是舟山最主要的海洋灾害之一,每年有大量海水养殖产品遭受赤潮灾害。要加强海洋生态环境监测和预警,减轻赤潮灾害带来的经济影响。

### 3.2 评价模型的测度

**3.2.1 综合评价得分。**通过以上分析,将表2中经过熵值法处理之后的权重与标准化后的各项指标数值代入综合评价模型 $M_0$ 中,可以得出舟山市2000—2019年海洋渔业经济评价体系与海洋生态环境质量评价体系,具体得分见表4。

由评价结果可知,2000—2019年海洋生态环境质量总体较低,海洋生态环境情况不容乐观,亟待采取相应的措施使其与日趋增长的海洋渔业经济发展情况相匹配。

**3.2.2 耦合协调度。**运用熵值法、耦合协调度模型测算出2000—2019年舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境质量之

间的耦合协调度关系,具体结果见表5。

表4 2000—2019年舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境质量评价结果

Table 4 Evaluation results of marine fishery economy and marine ecological environment quality in Zhoushan during 2000 - 2019

年份 Year	海洋渔业发展水平 Development level of marine fishery ( $M_1$ )	海洋生态环境质量 Marine ecological environment quality ( $M_2$ )
2000	0.008 8	0.011 3
2001	0.010 3	0.011 8
2002	0.012 5	0.022 6
2003	0.011 3	0.018 1
2004	0.008 5	0.016 9
2005	0.007 3	0.006 7
2006	0.005 9	0.009 5
2007	0.006 6	0.011 2
2008	0.007 7	0.012 9
2009	0.010 1	0.008 9
2010	0.011 2	0.010 0
2011	0.012 7	0.046 8
2012	0.018 2	0.013 0
2013	0.019 7	0.004 8
2014	0.021 9	0.006 7
2015	0.081 8	0.008 1
2016	0.025 5	0.080 9
2017	0.033 8	0.047 5
2018	0.039 4	0.192 5
2019	0.039 7	0.021 5

表5 2000—2019年舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境质量耦合协调关系

Table 5 Coupling coordination relationship between marine fishery economy and marine ecological environment quality in Zhoushan during 2000-2019

年份 Year	耦合协调度 $D$	协调发展度 $F$	基本类型 Basic type
2000	0.991 7	0.099 8	严重失调衰退类经济滞后型
2001	0.997 7	0.104 9	严重失调衰退类经济滞后型
2002	0.958 0	0.129 7	严重失调衰退类经济滞后型
2003	0.972 9	0.119 7	严重失调衰退类经济滞后型
2004	0.944 5	0.109 5	严重失调衰退类经济滞后型
2005	0.999 3	0.083 7	严重失调衰退类环境滞后性
2006	0.972 4	0.086 5	严重失调衰退类经济滞后型
2007	0.967 0	0.092 9	严重失调衰退类经济滞后型
2008	0.968 4	0.099 9	严重失调衰退类经济滞后型
2009	0.997 8	0.097 3	严重失调衰退类环境滞后性
2010	0.998 3	0.102 9	严重失调衰退类环境滞后性
2011	0.818 9	0.156 0	严重失调衰退类经济滞后型
2012	0.986 2	0.124 0	严重失调衰退类环境滞后性
2013	0.792 1	0.098 4	严重失调衰退类环境滞后性
2014	0.846 5	0.109 9	严重失调衰退类环境滞后性
2015	0.571 6	0.160 3	严重失调衰退类环境滞后性
2016	0.854 2	0.213 2	中度失调衰退类经济滞后型
2017	0.985 7	0.200 2	中度失调衰退类经济滞后型
2018	0.751 2	0.295 1	中度失调衰退类经济滞后型
2019	0.954 7	0.170 9	严重失调衰退类环境滞后性

## 4 结论与对策

4.1 结论 选取舟山市作为海洋渔业经济与海洋生态环境研究的样本,对舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境的耦合协调性进行研究。

从海洋渔业经济发展状况来看,舟山市海洋渔业经济这5项指标总体上均呈现增长态势,表明舟山市海洋渔业的经济开发进程总体上呈加快的态势。其中,2016年以来舟山市加大了对海洋生态环境整治力度,实施海洋生态修复工程,全面启动舟山群岛东部海洋特别保护区选划工作,开展整治海洋环境污染专项行动,加大海洋监测预报能力建设,使得海洋生态环境的评价指数  $M_2$  从2015年的0.008 1上升到2016年的0.080 9,这表明舟山市海洋生态环境整治的成效显著,加强了海洋生态环境对海洋渔业经济的承载作用。

从海洋生态环境质量来看,舟山市海洋生态环境质量状况不容乐观。海洋生态环境质量评价指数一直较低,虽然海洋生态系统5项指标中的正项指标工业固体废弃物综合利用量和一般工业固体废弃物处量整体上呈波动上升,但负项指标工业废水排放量和工业固体废弃物排放量也在增加。舟山市海洋生态环境依然严峻,急需加强海域生态环境治理。

总体来看,舟山市海洋渔业经济与海洋生态环境两大系统之间存在耦合互动关系,耦合协调度总体上呈现衰退趋势(表5),协调发展度总体上呈现上升趋势(图1),但是耦合协调发展水平不高,海洋生态环境保护和治理有待进一步加强。

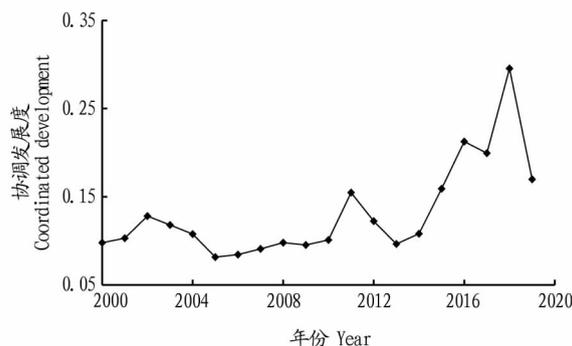


图1 2000—2019年海洋渔业经济和海洋生态环境治理耦合协调发展度趋势

Fig.1 The trend of the coupling and coordinated development of marine fishery economy and marine ecological environment governance during 2000-2019

海洋渔业经济和海洋生态环境治理耦合协调度不高可能存在以下几方面的原因。

(1)海洋生态环境的保护力度不够。需要进一步加强公民和企业对保护海洋生态环境的思想意识,例如在无居民的海岛上上进行不合理的砂石开采和海上捕捞活动,环保统一监督管理机制和责任追究制度尚未真正形成,特别是在跨行政管理区域的在协同治理问题上海洋生态环境问题难以解决。海洋环境的综合协调能力较弱,环境检测和预警的能力需要进一步强化,环境综合整治和修复的难度较大。

(2)海洋生态环境状况呈现恶化态势。由于海岛生态环

境的脆弱性,不合理开发利用海洋资源的行为会给海洋生态环境造成巨大的损害,不利于海洋经济的可持续发展。当前,舟山市海洋资源开发利用水平不高,资源浪费和生态环境破坏现象仍然存在。随着对海洋的开发力度加大,海洋污染形势更加多样化,陆源污染也会不断增加;海洋水产品加工、石化企业和港口物流等工业项目的持续性增长以及不合理的海业养殖方式,导致主要海洋污染物增加,重点海域受到严重污染。

(3)海洋科学技术水平有待进一步提高。2021年是“十四五”开局之年,是现代化新征程的开启之年。舟山市作为中国渔都,渔业经济在国民经济中占重要地位。2019年舟山市国民生产总值1371.5975亿元,渔业总产值253.6836亿元,渔业总产值占地区总产值的18.5%,但海水养殖生物遗传技术育种的核心技术、海水综合利用的技术和海洋微生物处理污水等技术的开发和应用的程度较低,海洋科技和产业的融合力度不高,海洋科技对海洋生态环境保护的贡献率较弱。海洋科技与海洋生态保护人才欠缺,科技力量不高,科学技术储备不足,急需加大科学技术投入,满足生态保护和经济发展的需求。

(4)海洋产业结果分布不均。舟山市海洋渔业产业结构当中第一、二产业所占比重较高,且大多数属于劳动密集型产业,传统的海水养殖产业、海洋捕捞业和水产品加工制造业在舟山市的渔业经济中仍然占据着支配地位,并且该种类型产业的粗放式发展和经营方式对海洋生态危害较大。休闲渔业、海洋生物制造和精加工产业、海洋渔业工程装备制造产业以及一些其他的海洋新兴产业急需大力发展,使其成为舟山市海洋渔业经济新动力。

## 4.2 对策建议

**4.2.1 强化海洋生态文明意识,加大海洋生态环境保护力度。**加大海洋环境污染协同整治和监督力度,开展生态环境修复工作;加强海洋生态环境监测预警力度,完善海洋生态安全系统,坚持海洋生态保护红线不突破和海岸带管理;加大宣传海洋生态环境保护意识,全面开展海洋生态保护活动,提高公众参与度;加大政府政策资金投入,积极动员公众参与海洋生态保护,增强海洋经济发展与生态文明建设相协调绿色发展理念,共同建设美丽海上花园城市。

**4.2.2 利用技术创新和规模效益,加强科技与产业融合对接。**舟山市应加大对科学技术的投入力度、加强科技研发,实现科研成果和产业效益的双向对接,推进科技创新,创造规模效益。应针对渔业资源开发建立专门的渔业基础技术推广发展部门,探究如何把科学技术转化为生产力,建立科研机构与生产企业之间的沟通桥梁<sup>[20]</sup>。集成利用微生物、植物等环境修复技术,对养殖密集区进行示范开发,为重点海域的生物种群恢复及其生态修复提供技术示范<sup>[21]</sup>。通过组织推介,将最新的科研成果和关键技术应用到企业生产过程中。与此同时,集中整理企业技术需求,优先解决生产企业急需的技术,从而实现科研机构和生产企业的双向沟通交流,政府可以通过搭建统一的信息服务平台,将科研成里第

一时间推广到广大渔民中去,积极鼓励科研机构和高校人才,到渔业生产一线进行调研,培养海洋资源开发保护利用的综合性人才,在保护海洋生态环境可持续性的前提下保障海洋渔业产品的持续增长。

**4.2.3 优化海洋渔业产业结构,促进渔业经济绿色循环发展。**海洋渔业产业结构布局合理化实质上是海洋渔业产业之间相互关联的聚合质量,也就是产业之间互相作用而产生的一种差别与各产业能力之和的整体能力<sup>[22]</sup>。舟山市海洋渔业发展多集中在第一、二产业,第三产业所占比例较少。舟山市海洋渔业的发展需要巩固发展好第一产业,加快推进第二产业的升级改造,同时积极探索第三产业的发展。发展集约化养殖,大力发展远洋渔业。加快老旧渔船更新进程,调整优化远洋渔业生产布局、加大力度支持远洋渔业发展,加快推进远洋渔业向精加工、外贸行业等产业延伸,提升其整体发展水平<sup>[23]</sup>。通过国家政策支持,积极探索深海养殖技术开发,完善对远洋渔业产业发展支持,对海洋捕捞业调整捕捞结构,优化捕捞作业方式,探索完善伏季休渔制度发展水产品精加产业、水产品供应链和休闲渔业。充分开发和利用海洋资源,丰富休闲渔业方式和内容,扩大产业规模。提高休闲渔业产业在海洋渔业产业中的比重。舟山海洋渔业产业的发展应紧密结合舟山群岛新区规划以及舟山自由贸易港区建设积极开拓海外市场,优化产业结构,提升产业竞争力,以促进舟山海洋渔业健康可持续发展<sup>[24]</sup>。

**4.2.4 建立海洋生态补偿机制,有效改善海洋生态环境。**舟山市应结合多项措施,例如企业环境责任制度、环境责任机制、排污许可证和限时处理制度,建立健全海洋生态补偿机制。2018年舟山市全市共有水产品加工企业348家,规模以上企业64家。加强对相关排污重点企业的监督,及时做出相关行政处罚和限期整改措施。实现海洋污染有偿,协同相关部门共同整治海洋污染,监督相关企业污染治理设备的标准化操作,并逐步提高海洋渔业相关企业的减排能力。与此同时,淘汰不合理的海洋渔业养殖方式。加强海洋保护区生态治理;加快发展生态循环渔业,加强海水养殖污染控制,加强海洋港口垃圾清理工作;进一步加强海洋生态红线制度,定期管控,引导“示范区”建设;逐步减少海洋渔业垃圾排放总量,有效改善海洋生态环境;整合和协调与海洋生态保护有关的各种现有专项资金的管理,如环境保护税和自然资源费,同时须确保赔偿基金的可持续性<sup>[25]</sup>。

## 参考文献

- [1] 俞恬雨,陈琦.中国省际海洋经济增长质量的测度与评价:基于“五大发展理念”的实证分析[J].科技与经济,2020,33(1):91-95.
- [2] 关洪军,孙珍珍,高浩楠,等.中国海洋经济绿色全要素生产率时空演化及影响因素分析[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2019(6):40-53.
- [3] 张同贺,刘林忻,刘津.基于三阶段DEA模型的海洋渔业生态效率研究:以青岛、烟台、威海三个城市为例[J].渔业研究,2020,42(6):544-555.
- [4] 周一新.论我国海洋渔业发展中的问题及对策探究[D].舟山:浙江海洋大学,2016:8-9.
- [5] 中共舟山市委关于制定舟山市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[N].舟山日报,2020-12-30(003).

表 3 贵州省耕地生态安全和农业经济发展协调度

Table 3 Coordinated development degree of cultivated land ecological security and agricultural economic development in Guizhou Province

年份 Year	C	T	D
2008	0.891 4	0.233 2	0.456 0
2009	0.517 9	0.214 5	0.333 3
2010	0.481 0	0.262 9	0.355 6
2011	0.691 3	0.2351	0.403 2
2012	0.920 2	0.311 5	0.535 4
2013	0.976 9	0.338 6	0.575 2
2014	0.982 2	0.502 6	0.702 6
2015	0.990 4	0.605 0	0.774 1
2016	0.964 6	0.676 0	0.807 5
2017	0.987 6	0.741 2	0.855 6
2018	0.982 8	0.784 4	0.878 0
2019	0.990 0	0.842 1	0.913 1

综合指数反映耦合作用主体整体发展水平对相互耦合协调度的贡献程度,耕地生态安全与农业经济发展综合指数(T)反映了耕地生态安全与农业经济发展对于二者耦合协调度的贡献程度<sup>[11]</sup>。由表3可知,综合指数一直呈现出稳步提高趋势,表明耕地生态安全和农业经济发展两者耦合协调度贡献程度逐步增加。该研究运用耕地生态安全与社会经济发展耦合指数(C)来反映耕地生态安全与农业经济发展状况之间相互作用关系的强弱。从表3可知,贵州省从2008—2019年耦合指数作用总体上升。但2008—2011年耦合指数呈快速下降的趋势,从0.891 4迅速下降到0.691 3,耦合作用快速减弱。从2011年后,耦合指数有呈现出逐步上升的趋势,说明耕地生态安全和农业经济发展的相互关系在逐渐增强。

耕地生态安全与农业经济发展这2个系统之间趋于协调,协调度(T)总体呈增长趋势。但2008—2010年,从0.456 0降到0.355 6,从濒临失调衰退型降到轻度失调衰退型,贵州省耕地生态安全和农业经济发展之间的耦合协调可能存在很多潜在威胁。在今后的发展过程中,应在保护耕地生态安全的基础上快速发展经济,达到土地生态安全与农业经济的协调发展。自2010年后,分别经历了濒临失调衰退

(上接第196页)

[6] 中共舟山市委关于制定舟山市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[J].政策瞭望,2021(2):144-155.

[7] DAILY G.C. Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems [M]. Washington DC: Island Press, 1997: 3-4.

[8] 崔野. 推动海洋环境跨地域治理[N]. 中国社会科学报, 2020-03-26(002).

[9] 李志伟. “生态+”视域下海洋经济绿色发展的转型路径[J]. 经济与管理, 2020, 34(1): 35-41.

[10] 刘波, 龙如银, 朱传耿, 等. 海洋经济与生态环境协同发展水平测度[J]. 经济问题探索, 2020(12): 55-65.

[11] 李洪英, 胡求光, 胡彬彬. 浙江省海洋经济与生态环境的协调发展研究: 基于低碳经济的视角[J]. 华东经济管理, 2011, 25(6): 11-14.

[12] 吕洋, 方忠彪. 海岛经济与环境协调发展问题研究: 以舟山群岛新区为例[J]. 生产力研究, 2018(8): 99-103, 131.

[13] 付秀梅, 王娜, 项尧尧, 等. 海洋经济增长与环境污染水平关系的实证分析[J]. 中国渔业经济, 2016, 34(5): 85-90.

[14] 石晓然. 中国沿海省市海洋经济和海洋生态综合实力测评: 基于海洋生态补偿视角[J]. 中国渔业经济, 2020, 38(4): 25-33.

[15] 傅广宽, 茹媛媛, 孔凡宏. 海洋渔业环境污染的合作治理研究: 以长三角为例[J]. 行政论坛, 2014, 21(1): 72-76.

型、勉强协调发展型、中级协调发展型、良好协调发展型以及优质协调发展型。由计算结果可知,耕地生态安全和农业经济得到改善,到2019年,两者之间的协调发展度达到优质协调发展的状态,但在今后的发展中,仍需注意耕地保护与农业发展的投入,其两者之间的耦合度仍有提升的空间。

### 3 结论

该研究采用熵值法对贵州省耕地生态安全和农业经济发展进行评价,并建立协调发展度模型对两者之间的协调性进行了测度。贵州省耕地生态安全和农业经济发展综合指数总体上呈增长态势,并且两者的协调度不断增强直至优质协调发展阶段。随着人口的增长、土地的污染加剧、耕地不断被占用,如果不注重控制这些因素,两者之间的协调程度可能会呈现下降的趋势。结合贵州省耕地现状,在抓住机遇发展经济的同时,也要注重耕地生态环境的建设。耕地生态和农业经济协调发展需要提高农业劳动力的素质,加强其保护环境意识,减少对土地的污染;保护耕地,加强基本农田的建设,实现区域内耕地总量动态平衡;因地制宜,加快产业结构的优化。

### 参考文献

[1] 史小祺, 李阳兵. 贵州省近40年耕地功能转型评价及演变差异分析[J]. 中国岩溶, 2018, 37(5): 722-732.

[2] 荣迪. 绥化市耕地生态安全评价研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2019.

[3] 崔宁波, 巴雪真. 黑龙江省耕地生态安全压力与农业经济发展的脱钩分析[J]. 水土保持研究, 2021, 28(5): 308-315.

[4] 徐明岗, 卢昌艾, 张文菊, 等. 我国耕地质量状况与提升对策[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(7): 8-14.

[5] 梁小丽. 广西耕地功能时空演变特征与驱动机制研究[D]. 南宁: 南宁师范大学, 2021.

[6] 唐小平, 周雄. 贵州省耕地集约利用评价及障碍度分析[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(23): 197-199, 207.

[7] 熊建华, 唐将伟. 广州市土地生态安全与社会经济发展耦合协调研究[J]. 安全与环境学报, 2019, 19(2): 615-620.

[8] 易平, 方世明. 地质公园社会经济与生态环境效益耦合协调度研究: 以嵩山世界地质公园为例[J]. 资源科学, 2014, 36(1): 206-216.

[9] 吴文恒, 牛叔文. 甘肃省人口与资源环境耦合的演进分析[J]. 中国人口科学, 2006(2): 81-86, 96.

[10] 罗念. 安徽省土地生态安全与经济发展协调度研究[J]. 资源开发与市场, 2013, 29(4): 368-371.

[11] 杨亮, 丁金宏, 郭永昌. 中国社会保障与经济发展耦合协调度的时空特征分析[J]. 人口与经济, 2014(4): 94-102.

[12] 于谨凯, 李思达. 海洋渔业经济系统环境适应协调度的时空分异研究: 以沿海11省市为例[J]. 山东财经大学学报, 2017, 29(3): 92-100.

[13] 于谨凯, 张同亮. 我国海洋渔业生态经济系统的协调度[J]. 河北渔业, 2018(4): 7-14.

[14] ZHANG H, XIAO Y. Planning island sustainable development policy based on the theory of ecosystem services: A case study of Zhoushan Archipelago, East China[J]. Island studies journal, 2019, 15(1): 237-252.

[15] 张瑛, 陈雨生, 王胜鹏. 海洋渔业经济增长战略实证研究: 以山东为例[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2021(3): 152-160.

[16] 王健, 王佳迪. 生态安全视角下的海洋渔业科技创新路径研究: 以山东为例[J]. 中国渔业经济, 2017, 35(4): 88-92.

[17] 杨林, 苏昕. 产业生态学视角下海洋渔业产业结构优化升级的目标与实施路径研究[J]. 农业经济问题, 2010, 31(10): 99-105.

[18] 黄一丹, 邱李彬. 福建省东山县海洋生态保护与海洋经济发展的耦合协调性分析[J]. 台湾农业探索, 2020(4): 28-34.

[19] 王俊元, 曹玲玲, 胡求光. 浙江海洋渔业产业链及其贡献度分析[J]. 科技与经济, 2016, 29(1): 57-61.

[20] 菅康康, 俞存根, 陈静娜. 新形势下舟山海洋渔业产业结构分析[J]. 中国渔业经济, 2018, 36(2): 51-57.

[21] JIANG Y H, ZHANG J W, CHEN K L, et al. Moving towards a systematic marine eco-compensation mechanism in China: Policy, practice and strategy[J]. Ocean and coastal management, 2019, 169: 10-19.