

海洋生态经济系统适应性管理绩效测度与障碍因素诊断 ——以山东省为例

陈东景¹, 刘玉², 司玉洁²

(1.青岛大学经济学院, 山东 青岛 266061; 2.国家海洋技术中心, 天津 300112)

摘要: 在实施适应性管理的过程中, 管理绩效评价是适应性管理评估的一个重要环节。根据“压力—状态—响应”思想, 选取 33 个指标构建海洋生态经济系统适应性管理绩效测度模型, 以山东省为例的研究结果表明, 2006~2015 年间该省海洋生态经济系统适应性管理绩效明显提高, 但是压力、状态和响应三个分项的适应性管理度及其变化趋势差异明显。障碍度诊断结果表明, 影响海洋生态经济系统适应性管理绩效提升的因素主要来自于压力层, 即自然因素和人文因素引起海洋生态系统状态改变的外源性因素给生态环境带来的干扰不容忽视。为了实现海洋生态经济系统的可持续发展, 要不断完善海洋生态经济系统适应性管理体系, 持续创新适应性管理制度, 引导各利益相关者在政府的主导下, 加强适应性学习, 不断增加各种投入, 持续提高适应性管理绩效。

关键词: 海洋生态经济系统; 适应性管理绩效; 压力—状态—响应; 障碍因素

中图分类号: **文献标识码:**A **文章编号:**1007-6336(\$article_year)00-0001-09

Estimate adaptive management and obstacle factors of marine eco-economic system: A case study of Shandong province

CHEN Dong-jing¹, LIU Yu², SI Yu-jie²

(1.Economic School of Qingdao University, Qingdao 266061, China; 2.National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China)

Abstract: In the process of implementing adaptive management, management performance evaluation is an important step of adaptive management evaluation. According to the "pressure-state-response" idea, 33 indicators are selected to construct the adaptive management performance measurement model of marine eco-economic system. The results of a case study of Shandong province show that the adaptability management level of the marine eco-economic system has been obviously improved in the province from 2006 to 2015, but the adaptive management degree of the three sub-items of pressure, state and response and their changing trends are obviously different. The results of the obstacle diagnosis show that the factors that affect the performance improvement of the marine eco-economic system mainly come from the pressure layer, namely the interference of the exogenous factors to the marine ecological environment can't be ignored. In order to realize the sustainable development of the marine eco-economic system, we must continuously improve the adaptive management system of the marine eco-economic system, continue to innovate adaptive management system, guide all stakeholders to strengthen adaptive learning, continuously increase various inputs and improve the level of adaptive management under the leadership

收稿日期: 2019-02-25, 修订日期: 2019-05-09

基金项目: 国家社会科学基金项目(14BGL005); 山东省社科规划项目(18CJJJ32)

作者简介: 陈东景(1974-), 男, 山东成武人, 教授, 博导, 主要研究方向为资源经济学与可持续发展, E-mail: cdongj@sina.com

of the government.

Key words: marine eco-economic system; adaptive management performance; pressure-state-response; obstacle factors

海洋生态经济系统是一个开放的复杂巨系统,在自然状态、经济行为、社会行为和管理行为等方面具有很大的不确定性。认识到海洋在人类社会的发展与和平、生物圈健康维护方面的基础性作用,以及发展过程的不确定性,世界海洋问题独立委员会(independent world commission on the oceans, IWCO)将适应性管理作为指导实现海洋生态经济系统可持续管理的核心内容之一^[1]。其后,海洋生态经济系统适应性管理方面的研究逐渐引起研究者的重视。Antunes 等认为海洋生态经济系统管理是一个具有适应性过程的综合环境管理系统,并设计了驱动力—压力—状态—影响四个层面的海洋可持续管理框架^[2]; Curtin 和 Prellezo 认为,在基于海洋生态经济系统的适应性管理评价中,必须将生态经济系统看成一个由低层次的行动和过程能够反映出更高层次特点的复杂的适应性系统,并且将人类活动作为这个复杂适应性系统的一个组成部分非常关键^[3]。鉴于大海洋生态系统(large marine ecosystems, LMEs)对沿岸地区甚至对全球生态经济系统产生的巨大影响,全球环境基金(global environmental fund, GEF)等国际组织积极支持以海洋适应性管理为重要模块的大海洋生态经济系统模型研究^[4]。澳大利亚将生态系统管理和预防原理融入大堡礁海域的鱼类、珊瑚、水质等自然资源适应性管理中,以应对大堡礁生态系统退化的风险,为当地海洋生态经济系统的稳定、可持续发展寻找科学途径^[5]。基于新西兰峡湾保护海洋资源的实践经验, Patterson 和 Glavovic 体会到在海洋生态经济系统面临外部干扰和系统本身具有内部自组织行为特征的情况下,相对于只追求产出的管理模式,适应性管理模式更具有意义和价值^[6]。这两个案例在国外海洋生态经济系统适应性管理研究上具有一定的典型性。

在国内,杨金森等较早的从生态经济学的角度对海洋生态经济系统的管理模式进行研究,提

出了海洋生态环境管理要依据生态经济学的基本理论,采用生态经济管理的方法,形成管理范围区域化、管理内容系统化、管理体制网络化的综合模式^[7]。这一综合管理模式在一定程度上体现了人海和谐相处的适应性管理思想。此后,我国海洋适应性管理研究者多从海岸带、海湾、海洋鱼类资源等特定海洋生态经济系统或者特定自然资源开发利用的适应性管理研究切入,形成了基于社会-生态系统的海洋自然资源适应性管理模式^[8]、科学的适应性管理机制是应对海湾生态系统复杂性和不确定性的有效机制^[9]等观点。

可以说,海洋生态经济系统适应性管理是针对海洋生态经济系统中的不确定因素展开的识别、监测、评估、应对、调整等一系列行动的反复循环过程,通过不断调整管理模式以及配置方案来提高海洋生态经济系统的适应能力,促进海洋资源的开发利用不断适应社会、经济、生态环境等各方面协调、可持续发展需要,实现海洋生态经济系统健康及资源管理的可持续性。在实施适应性管理的过程中,管理绩效评价是适应性管理评估的一个重要环节。当期的管理绩效评价能够为后续的学习调整管理措施提供重要的参考信息。但是,有关海洋生态经济系统适应性管理绩效评估的研究成果鲜有公开报道。鉴于此,基于“压力—状态—响应”思想,笔者设计海洋适应性管理绩效测度指标体系,并以山东省为例进行案例研究,以期海洋适应性管理绩效评估提供理论方法,为分析海洋生态经济系统适应性管理的变化趋势和创新利益相关者协同管理机制提供有益参考。

1 材料与方法

1.1 理论描述

在基于压力—状态—响应指标体系的海洋生态经济系统的适应性管理绩效评价指标中,压力指标反映了气候变化等自然因素和社会经济

活动等人文因素引起海洋生态系统状态改变的外源性因素给生态环境带来的干扰,如资源索取、物质消费及各种产业运作过程中产生的物质排放等;状态指标表征了海洋生态经济系统目前的状态和由压力干扰引起的状态变化的内源性因素,包括海洋生态经济系统与自然环境现状、经济发展状况等;响应指标表征人们在海洋生态经济系统状态改变后为实现可持续发展所采取的调控措施,包括制度投入、资金投入和教育科技投入等方面的信息。依据压力—状态—响应思想设计的适应性管理绩效评价指标体系实质上反映了在实现海洋生态经济系统可持续发展的适应性管理中的政府责任、企业责任以及公众责任的实际履行情况。也就是说,适应性管理绩效评价不仅仅是反映了人类本身对自己的行为做出的改变,而且包括了引起这些行为改变的外因和内因。恰恰是人类自身对这些外因和内因的被动或主动的响应,体现了适应性管理的本质:针对系统发展存在的不确定性以及从已实施策略结果中强化学习,来持续改进管理政策与实践的反复循环过程,通过不断调整管理模式及配置方案来提高海洋生态经济系统的适应能力,促进海洋资源的开发利用不断适应社会、经济、生态环境等各方面协调、可持续发展需要,实现海洋生态经济系统健康发展及资源管理的可持续性。海洋生态经济系统压力—状态—响应适应性管理绩效评价的框架可以用图1表示。

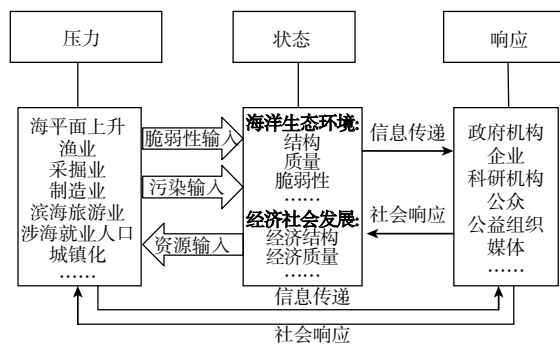


图1 海洋生态经济系统压力—状态—响应适应性管理绩效评价框架

Fig. 1 The framework of adaptive management of marine eco-economic system based on pressure-state-response theory

图1表明,海洋生态经济系统的适应性管理绩效评价体系中,自然因素和人为因素导致海洋生态经济系统不断向社会经济系统输出各类海洋自然资源,同时不断接纳社会经济系统排放的各种污染物,并且还受到气候变化等的干扰;海洋生态经济系统在这些外在因素的影响下,生态系统的结构、功能以及经济系统的结构和功能等表现出相应的状态;这种海洋生态经济系统面临的压力以及呈现状态方面的信息传递到政府机构、企业、公众、科研机构、媒体和非政府组织等利益相关者,并引起他们在资金、技术、教育、制度、舆论等方面的投入及其变化。这表明人类经济活动不断产生压力或者缓解压力,改变海洋生态经济系统的发展状况^[10]。当人类的响应足以减轻经济行为和气候变化等产生的不良影响,降低海洋生态经济系统的脆弱性,增强海洋生态经济系统内部各子系统之间的协调性,海洋生态经济系统就会朝生态良好、生产发展、生活幸福的生态文明方向发展^[11]。通过适应性管理绩效评价,有助于我们客观了解这种发展趋势,及时合理地调整适应性管理策略。

1.2 指标选择与模型构建

1.2.1 指标选择

根据前述的海洋生态经济系统适应性管理评价建模思想,可以将指标体系设立为目标层、准则层、因素层和指标层四级。压力分解为生态环境压力、资源压力和人文压力三个因素层;状态分解为海洋经济发展状态和海洋生态环境状态两个因素层;响应分解为环境治理与保护、教育科技和管理水平三个因素层;在第四级指标层中遵循科学性、可操作性和反映主要矛盾的原则,最后确定33个指标(表1)。

1.2.2 数据收集与权重确定方法

计算山东省海洋生态经济系统适应性管理绩效的过程中,各指标的原始数据主要来源于历年的《中国海洋统计年鉴》、《中国渔业统计年鉴》、《中国海洋环境质量状况公报》、《中国海平面公报》、《中国海洋灾害公报》、《中国环境年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《中国海域管理使用公报》、《山东省海洋环境状况公报》、《山东省统计年鉴》、《山东省渔业统

表 1 海洋生态经济系统适应性管理绩效评价指标体系

Tab.1 Index system of adaptive management of marine eco-economic system

目标层	准则层	因素层	指标层	归一化权重	指标类型
海洋生态经济系统适应性管理绩效	压力(0.2414)	生态环境压力(0.0607)	海平面上升/mm	0.0340	-
			污水直接排放入海量/ 10^4 t	0.0307	-
			固体废弃物入海量/ 10^4 t	0.0304	-
			海水养殖面积/ 10^4 hm ²	0.0342	-
		人均海岸线长度/ $m \cdot 10^4$ person	0.0311	+	
		资源压力(0.1770)	海洋渔业产量/t	0.0312	-
			海洋能源开采量/ 10^4 tce	0.0313	-
			矿业开采量/t	0.0341	-
			沿海地区人口密度/person·km ⁻²	0.0312	-
		人文压力(0.0484)	涉海就业人口/ 10^4 person	0.0287	-
			城镇化率/(%)	0.0270	-
			状态(0.2774)	海洋生产总值/ 10^8 yuan	0.0295
	人均海洋生产总值/ 10^4 yuan·person ⁻¹	0.0295		+	
	第一产业占比/(%)	结构高度化指数		0.0265	-
		0.0312		+	
	海洋经济贡献率 ^① /(%)	0.0284		+	
	海洋自然灾害经济损失/ 10^8 yuan	0.0306		-	
	生态环境状态(0.0561)	海水达到二类水质以上面积占比/(%)	0.0307	+	
		生物多样性指数	0.0310	+	
		赤潮、绿潮面积/km ²	0.0313	-	
	环境治理与保护(0.1753)	沿海城市污水综合利用率/(%)	0.0289	+	
		环境治理投资占比/(%)	0.0316	+	
		固体废弃物处置率/(%)	0.0298	+	
		海洋自然保护区建成面积/hm ²	0.0283	+	
		投放鱼苗量/ 10^4 yuan	0.0305	+	
		响应(0.4812)	海洋科研机构从业人员/person	0.0310	+
	教育科技(0.1569)		科研经费投入/ 10^4 yuan	0.0315	+
			海洋科技创新能力 ^② /number	0.0286	+
沿海地区教育经费投入总额/ 10^4 yuan	0.0314		+		
管理水平(0.1303)	海域使用管理 ^③ / 10^4 yuan		0.0297	+	
	沿海海滨观测台站/unit	0.0327	+		
	海洋执法管理人员/person	0.0261	+		
	环境信访办结率/(%)	0.0275	+		

注: ①海洋经济贡献率用海洋生产总值与当地国内生产总值之比表示, 反映海洋经济活动在当地经济发展中的重要程度; ②海洋科技创新能力指标用发明专利数表示; ③海域使用管理水平具体用海域使用金缴纳额表示, 反映了资源使用价值的体现程度。

计年鉴》等国家和山东省公布的相关资料以及在山东省海洋主管部门与原国家海洋局第一海洋研究所调研获得的资料。鉴于 2006 年我国开始实行新的海洋生产总值核算等制度, 以及 2015 年

以后积极推进海洋领域供给侧结构性改革, 为了保持数据的一致性和可比性, 我们的计算时段为 2006~2015 年。

在进行计算之前, 需要将不同量纲的指标数

据进行标准化。在对原始数据进行无量纲化处理时,为了防止无量纲化后出现零值影响后续计算,对无量纲化后的坐标进行以下变换:

对于正指标:

$$x'_{ij} = 0.99 \times \frac{\max_i \{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} + 0.01 \quad (1)$$

对于逆指标:

$$x'_{ij} = 0.99 \times \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} + 0.01 \quad (2)$$

在计算适应性管理绩效指数的过程中,需要确定各准则层、各因素层和各指标的权重大小,以判断不同维度和指标的相对重要程度。对指标进行标准化的方法分为主观方法和客观方法两大类。主观方法主要包括层次分析法、德尔菲法等,主观方法虽然较为成熟,但是客观性较差;客观赋权法主要包括熵权法、均方差决策法等,这类方法主要依据各指标的实际数据形成权重,而不依赖于人的主观判断,因此此类方法具有较强的客观性^[12]。本文根据均方差决策法来确定各指标权重^[13]。该方法以各单项评价指标为随机变量,无量纲化的属性值即为该随机变量的取值。若无量纲标准化后的决策矩阵为 $Y=(y_{ij})_{n \times m}$,显然, y_{ij} 愈大愈好。首先,求出这些随机变量的均方差,然后将这些均方差归一化,其结果即为各单项指标的权重。计算步骤为:

求随机变量的均值:

$$E(I_{ij}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{ij} \quad (3)$$

求 I_j 的均方差:

$$\sigma(I_{ij}) = \left[\sum_{i=1}^n (y_{ij} - E(I_{ij}))^2 \right]^{0.5} \quad (4)$$

指标 I_j 的权重:

$$w_j = \sigma(I_j) / \sum_{j=1}^m \sigma(I_j) \quad (5)$$

然后因素层各指标和准则层各指标权重也依照这种思路计算,这里不再赘述。

1.2.3 适应性管理评价模型构建

运用均方差决策方法确定各指标权重(表1),这既能反映海洋生态经济系统特定时期内适应性管理绩效状况与变化趋势,又能够初步判断系

统内的压力、状态、响应三个层面在适应性管理方面的协调发展程度。为了研究受评价系统的适应性管理绩效发展状况,我们构建了适应性管理绩效指数。

在计算准则层适应性管理绩效指数时,我们运用递阶多层次综合评价法进行求解^[14]:

$$R_r = \Pi \left[\sum (y_{ij} w_j) \right]^{w_k} \quad (6)$$

式中: R_r 为准则层指标适应性管理绩效指数; y_{ij} 为各元素指标标准化数值; w_j 为单项指标权重; w_k 为因素层指标权重。

准则层三个指标从不同侧面反映了海洋生态经济系统的适应性管理绩效。在计算海洋生态经济系统适应性管理综合指数时,采用多目标加权函数法对整个系统的适应性管理综合水平进行计算:

$$M_a = \sum_{i=1}^3 (R_r w_i) \quad (7)$$

式中: M_a 为海洋生态经济系统适应性管理综合指数; w_i 为准则层指标权重,其它指标含义同公式(6)。

1.2.4 障碍因素诊断模型

对海洋生态经济系统的适应性管理绩效进行评价,目的不仅仅在于了解海洋生态经济系统管理绩效的变化趋势,更重要的是找出影响提高海洋适应性管理绩效的障碍因素,以便有针对性地制定提高海洋适应性管理能力的政策与措施。我们可以借助障碍度模型来测度影响海洋适应性管理绩效的障碍因素,具体公式为^[15]:

$$O_i = w_i d_i / \sum_{i=1}^n w_i d_i, d_i = 1 - x_i \quad (8)$$

式中: O_i 为第 i 项指标对适应性管理绩效的影响程度; w_i 为第 i 项指标的权重; d_i 为海洋生态经济系统适应性管理单因素指标实际水平与目标水平之间的差距,即 x_i 与 100% 之差; x_i 为第 i 项指标标准化后的值。 O_i 越大,表示第 i 项指标制约管理绩效提高的程度越大。障碍度指标能够很好地反映出制约沿海地区海洋生态经济系统适应性管理绩效提高的障碍因素,从而为调整管理策略,提高适应性管理水平提供更准确的信息。

2 结果与讨论

2.1 适应性管理绩效计算结果分析

由图 2 可知, 10 a 间山东省海洋生态经济系统适应性管理绩效明显提高, 由 2006 年的 0.2538 增加到 2015 年的 0.4231, 增长了 66.71%。这说明在 2006~2015 年, 山东省海洋生态经济系统的管理绩效整体上在不断提高, 反映了以政府为主导的各利益相关者的海洋环保意识增强, 积极参与海洋生态经济系统的管理, 并根据实际情况不断调整管理策略, 增加管理投入, 适应性管理的有效性比较明显。从另一角度讲, 适应性管理度的不断提高降低了海洋生态经济系统的脆弱性, 增强了海洋生态经济系统内各子系统之间的协调性。另外, 我们可以发现, 2011 年初升格为国家级区域发展战略的山东半岛蓝色经济区建设对提高山东省海洋生态经济系统适应性管理绩效的促进作用比较明显。

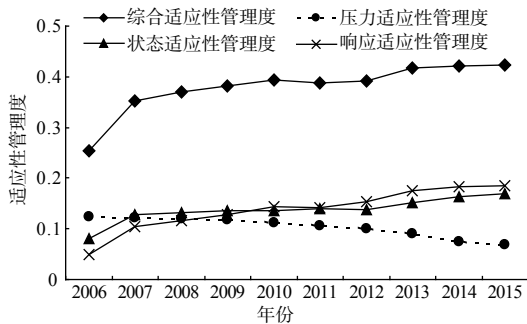


图 2 山东省海洋生态经济系统适应性管理度

Fig. 2 Adaptive management performance of marine economic system in Shandong province

压力、状态和响应三个分项的适应性管理度及其变化趋势差异明显。压力层的适应性管理度在 10 a 间呈现持续下降的发展趋势。这种下降趋势主要是海洋资源开发压力和人文压力综合作用的结果。期间, 资源开发压力的管理度从最理想的状态下降到 0.042; 人文压力的管理度从 0.692 下降到 0.318; 由于我们高度重视污水排放入海等的治理, 生态环境压力的管理度变化在考察期中有所上升, 最后维持在考察期初的水平(图 3)。随着人口增长, 人们对各种资源的需求量不断增加, 这导致各种海洋自然资源的开发数量增加, 这对于提高海洋生态经济系统的适应性

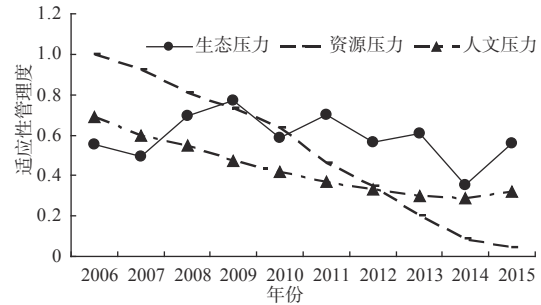


图 3 压力层适应性管理度的分解

管理绩效具有不可忽视的阻碍效应。为了减弱这种阻碍效应, 开发替代资源、提高资源使用效率具有非常重要的作用。

状态层的适应性管理度在 10 年间不断增加。其管理度数值从 2006 年的 0.0806 增加到 2015 年的 0.1696, 适应性管理度增加了 1 倍多。这说明在考察期间, 海洋经济发展状态和生态环境发展状态一直沿着良性发展的轨迹运行(图 4), 这从另一个角度也说明我们开发海洋资源的经济效率不断提高, 各种压力的正效应得到较好的发挥。这对于减缓山东省海洋生态经济系统可持续发展指数的不断下降势头起到了重要的阻滞作用。

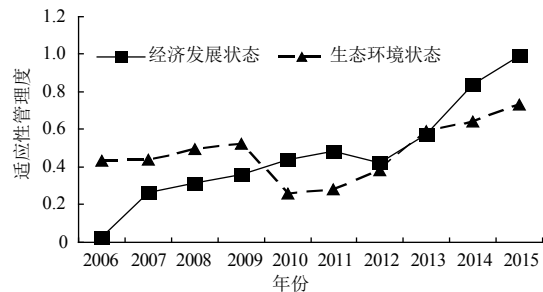


图 4 状态层适应性管理度的分解

Fig. 4 Adaptive management performance in state side

响应层的适应性管理度在 10 年间增长更为明显。其管理度数值从 2006 年的 0.0485 增加到 2015 年的 0.1849, 增长了 2.8 倍。具体到环境治理与保护、教育科技以及管理水平三个维度的适应度, 三者均有明显增加(图 5)。这也说明政府机构管理者、科学研究者以及公众参与者不断加强对海洋生态经济系统的资金、技术、教育、制度建设等方面的投入。这种不断强化的投入的积极效果正在不断发挥出来, 在一定程度

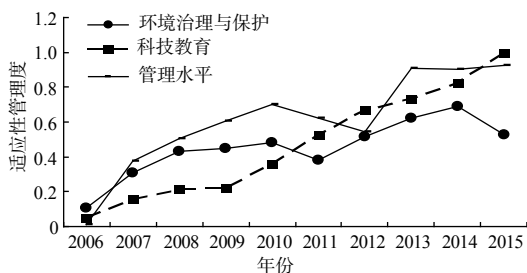


图 5 响应层的适应性管理度的分解

Fig. 5 Adaptive management performance in response side

上也反映了以政府为主体的利益相关者不断调整管理策略加强应对海洋生态经济系统中的不确定性以及可能出现的新情况。

2.2 适应性管理绩效提高的障碍因素诊断

根据公式(8)计算出各指标的障碍度数值(表2)。由表2可知,在山东省海洋生态经济系统适应性管理绩效提高过程中的主要障碍因素具有以下特点。

第一,10个指标对提高海洋生态经济系统适应性管理绩效的障碍程度不断增加。具有这种发展趋势的指标主要出现在压力层,具体来说主要是资源压力层面的人均海岸线长度、海洋渔业产量、海洋能源开采量和矿业开采量等4个指标,生态环境压力层面的海平面上升、固体废弃物入海量等2个指标,人文压力层面的沿海地区人口密度和涉海就业人口等2个指标。这8个指标的障碍度数值在10年间增加幅度都比较明显,其中资源压力层面的障碍程度最高,这在很大程度上也造成了该层面的适应性管理度的不断下降。

另外,状态层的生物多样性指数和响应层的固体废弃物处置率等个别指标的障碍度也有比较明显的增加。这在一定程度上反映出在海洋生态经济系统适应性管理中,某些状态是长期积累的结果,而某些措施或者响应需要长期坚持,只有这样才能够使适应性管理绩效稳定提升。

第二,21个指标对提高海洋生态经济系统适应性管理绩效的障碍度持续下降。具有这种发展趋势的指标主要出现在状态层和响应层:经济发展状态中的海洋生产总值、人均海洋生产总值、第一产业占比、结构高度化指数、海洋经济贡献率、海洋自然灾害经济损失等6个指标,

生态环境状态层的海水达到二类水质以上面积占比、赤潮与绿潮面积占比等2个指标,生态环境治理与保护响应层的沿海城市污水综合利用率、环境治理投资占比、投放鱼苗数量等3个指标,教育科技响应层的海洋科研机构从业人员、科研经费投入、海洋科技创新能力、沿海地区教育经费投入总额等4个指标,管理水平响应层的海域使用管理、沿海海滨观测台站、执法管理机构人员数量、环境信访办结率等4个指标。这说明在过去的10a间,山东省在海洋生态经济系统管理过程中的各种投入越来越多,所取得的管理效果也越来越好。

第三,2个指标对提高海洋生态经济系统适应性管理绩效的障碍程度变化不明显。属于这类情况的指标是污水直接排入海量、海洋自然保护区建成面积。十年间,这两个指标的障碍度虽然都呈现波动变化的特点,但是两者的差别也是非常明显的:污水直接排入海量的障碍度波动比较大,并且在2010年和2014年对适应性管理绩效提高的障碍效应也比较大;海洋自然保护区建成面积的障碍度波动要相对小得多但是多数年份障碍度数值在3.5以上,这说明,对海洋生态经济系统维护生物多样性等方面具有重要作用的海洋自然保护区建设力度还需要加强。虽然我们在对陆源废水入海治理方面取得了比较大的成效,但是其不稳定性和易反弹性还需要我们继续下大力气进行治理。

3 结 论

(1)根据“压力—状态—响应”思想,选取33个指标构建海洋生态经济系统适应性管理绩效测度模型,以山东省为例的研究结果表明,2006~2015年间该省的海洋生态经济系统适应性管理绩效明显提高,但是压力、状态和响应三个分项的适应性管理度及其变化趋势差异明显。

(2)基于“压力—状态—响应”思想的适应性管理绩效评价反映了海洋生态经济系统内在的物质流、能量流以及信息流等的运行状态及其发展趋势。从本文的计算结果可以发现,山东省海洋生态经济系统的物质、能量和信息流动不断向更高水平发展,这反映了山东省的海洋适应

表 2 山东省海洋生态经济系统适应性管理的障碍度

Tab.2 Obstacle factors' degree of adaptive management of marine eco-economic system in Shandong province

目标层	指标	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
压力层	海平面上升	0.7421	1.0696	0.0000	0.1145	1.4388	0.6507	6.5470	5.5037	8.0260	6.0977	
	污水直接排放入海量	2.7969	4.0494	1.1102	0.0000	6.0957	4.8528	2.7164	5.3531	7.4811	2.1864	
	固体废弃物入海量	0.5262	0.4372	0.7770	0.6211	0.4456	0.0001	0.0000	0.5392	5.4476	9.2482	
	海水养殖面积	4.6129	5.9761	5.8177	5.4579	2.6967	2.1677	1.6590	0.8608	0.8252	0.0000	
	人均海岸线长度	0.0000	0.6151	1.2714	1.9886	3.2902	3.7706	4.2567	5.9739	7.1793	9.4540	
	海洋渔业产量	0.0000	0.4042	0.8683	1.7251	2.2001	2.9920	3.7922	5.5268	7.0548	9.4914	
	海洋能源开采量	0.0000	0.6910	1.2465	1.8301	2.0054	2.6574	3.8226	6.1550	7.3381	9.5231	
	矿业开采量	0.0000	0.0345	1.3514	1.4805	1.8129	4.1090	4.3911	7.1592	8.7622	9.0984	
	沿海地区人口密度	0.0000	0.6807	1.3294	2.2042	3.4866	3.9856	4.5080	6.3431	7.0231	9.4859	
	涉海就业人口	0.0000	1.5206	2.2938	2.9080	3.5392	4.0993	4.4679	6.0876	6.9632	8.7134	
	城镇化率	3.9979	3.9965	4.1234	4.3767	3.1211	2.7054	2.3436	2.4372	2.0758	0.0000	
	状态层	海洋生产总值	4.3723	4.6637	4.7934	4.5109	3.5290	3.1135	2.4529	2.4516	1.1299	0.0000
		人均海洋生产总值	4.3614	4.6291	4.7444	4.4465	3.4813	3.0782	2.4179	2.4229	1.0993	0.0000
		第一产业占比	3.9180	3.0033	2.3203	1.9042	0.0000	1.0306	2.2949	3.5082	2.3835	0.4024
结构高度化指数		4.2068	4.2436	5.5529	6.2459	6.1937	5.4749	4.9737	4.7465	1.4851	0.0000	
海洋经济贡献率		4.2065	3.8511	4.4886	4.9957	2.8580	3.5830	3.0323	4.8213	1.0264	0.0000	
海洋自然灾害经济损失		4.5215	2.4305	1.7501	1.2528	3.6155	1.5452	4.4990	0.1632	0.1830	0.0000	
海水达到二类水质以上面积占比		3.2027	3.7769	2.7878	5.7498	6.0895	4.8541	1.3050	2.7035	0.0000	1.6370	
生物多样性指数		0.0000	0.0000	1.7145	3.3954	4.6544	4.9822	5.9743	2.8062	1.3935	5.1466	
赤潮、绿潮面积占比		4.6263	5.4478	4.7293	0.0000	3.0304	3.3259	3.9106	3.6753	7.2164	0.9018	
沿海城市污水综合利用率		4.2703	2.9304	2.2843	1.7152	1.0121	0.5486	0.3341	0.2350	0.1394	0.0000	
环境治理投资占比		4.6765	4.9288	4.3381	4.2767	3.8745	2.4388	1.1237	0.0000	0.3335	2.5210	
固体废弃物处置率		2.5837	0.4481	4.1004	0.0000	2.4481	5.1972	4.6490	4.5775	3.0380	9.0541	
海洋自然保护区建成面积		4.1910	4.9424	0.0000	5.8196	3.2900	4.5858	2.9928	3.7352	3.6888	4.3596	
投放鱼苗量		3.6602	4.2702	5.9394	3.5778	3.0739	4.2253	3.4320	1.6844	0.2513	0.0000	
响应层	海洋科研机构从业人员	4.5888	4.9568	5.1225	3.6954	2.7710	2.1208	1.5647	1.6466	1.3401	0.0000	
	科研经费投入	3.8980	3.7390	3.8458	6.4803	3.3249	2.1492	1.0902	1.1932	0.0000	0.1149	
	海洋科技创新能力	4.2280	4.7081	4.9812	4.7452	5.5804	4.3643	3.5769	3.5145	2.9412	0.0000	
	沿海地区教育经费投入总额	4.6443	4.8460	4.9813	4.9676	4.1023	2.8075	1.6377	1.5732	1.3253	0.0000	
	海域使用管理	4.3991	4.3235	2.6378	1.3404	1.9163	1.9868	3.4798	0.1817	0.0000	1.7200	
	沿海海滨观测台站	4.8322	4.1956	4.4725	4.4241	1.4256	2.7237	4.2162	0.0000	0.0000	0.2182	
	执法管理机构人员	3.8689	3.8687	4.1170	3.7207	3.5057	3.0977	2.5378	2.2450	2.5028	0.0000	
	环境信访办结率	4.0674	0.3217	0.1093	0.0292	0.0910	0.7763	0.0000	0.1752	0.3458	0.6260	

性管理处于良性运行状态,对于山东省建设海洋强省和海洋生态文明具有重要的信息指示价值。

(3)障碍度诊断结果表明,影响山东省海洋生态经济系统适应性管理绩效提升的因素主要来自于压力层,即自然因素和人文因素引起海洋

生态系统状态改变的外源性因素给生态环境带来的干扰不容忽视。

参考文献:

- [1] COSTANZA R, ANDRADE F, ANTUNES P, et al. Ecological economics and sustainable governance of the

- oceans[J]. *Ecological Economics*, 1999, 31(2): 171-187.
- [2] ANTUNES P, SANTOS R. Integrated environmental management of the oceans[J]. *Ecological Economics*, 1999, 31(2): 215-226.
- [3] CURTIN R, PRELLEZO R. Understanding marine ecosystem based management: a literature review[J]. *Marine Policy*, 2010, 34(5): 821-830.
- [4] MAHON R, FANNING L, MCCONNEY P. A governance perspective on the large marine ecosystem approach[J]. *Marine Policy*, 2009, 33(2): 317-321.
- [5] HUGHES T P, GUNDERSON L H, FOLKE C, et al. Adaptive management of the great barrier reef and the grand canyon world heritage areas[J]. *Ambio*, 2007, 36(7): 586-592.
- [6] PATTERSON M, GLAVOVIC B. Ecological economics of the oceans and coasts[M]. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2008: 69.
- [7] 杨金森, 秦德润, 王松霏. 海岸带和海洋生态经济管理[M]. 北京: 海洋出版社, 2000: 1-2.
- [8] 王琦妍. 基于社会-生态系统的海洋资源管理研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2011:8.
- [9] 王翠. 基于生态系统的海岸带综合管理模式研究--以胶州湾为例[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009:137-139.
- [10] 陈东景. 基于CGE模型的海洋生态补偿与宏观经济效应研究--以山东省为例[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(12): 1994-2004.
- [11] 彭飞, 孙才志, 刘天宝, 等. 中国沿海地区海洋生态经济系统脆弱性与协调性时空演变[J]. *经济地理*, 2018, 38(3): 165-174.
- [12] 陈东景, 李培英, 杜军, 等. 基于生态足迹和人文发展指数的可持续发展评价--以我国海洋渔业资源利用为例[J]. *中国软科学*, 2006, (5): 96-103.
- [13] 王明涛. 多指标综合评价中权重确定的离差、均方差决策方法[J]. *中国软科学*, 1999, (8): 100-101, 107.
- [14] 戴全厚, 刘国彬, 刘明义, 等. 小流域生态经济系统可持续发展评价--以东北低山丘陵区黑牛河小流域为例[J]. *地理学报*, 2005, 60(2): 209-218.
- [15] 程钰, 任建兰, 徐成龙. 资源衰退型城市人地系统脆弱性评估--以山东枣庄市为例[J]. *经济地理*, 2015, 35(3): 87-93.