

基于 PSR 模型的海岛地区可持续发展评价研究

——以长岛县为例

李佳芮,张峰,曹英志,孙苗,王晶

(国家海洋信息中心 天津 300171)

摘要:为促进海岛地区可持续发展,文章基于 PSR(压力—状态—响应)模型,构建海岛区域可持续发展的指标评价体系,并以长岛县为例,选取 28 个指标对 2010—2015 年期间海岛可持续发展状况进行综合评价分析。研究结果显示,长岛县在可持续发展方面的能力在逐渐提高,但压力、状态和响应 3 个子系统间的协调度不稳定,不利于长岛县的后续发展。针对该问题,文章建议从强化规划引导、改善海岛生态环境、优化基础设施功能、推进海岛产业结构转型升级等方面加大政策和资金的投入力度,为海岛地区可持续发展提供支撑。

关键词:PSR;海岛;资源利用;生态环境;可持续发展;评价

中图分类号:P74

文献标志码:A

文章编号:1005—9857(2019)01—0075—08

Sustainable Development Evaluation of Island Area Based on PSR Model: A Case Study of Changdao County

LI Jiarui, ZHANG Feng, CAO Yingzhi, SUN Miao, WANG Jing

(National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China)

Abstract: According to the basic theory of sustainable development and drawing lessons from the indicator system of land sustainable development, with the pressure-state-response (PSR) model as the foundation, the evaluation index system and its evaluation model of sustainable development of islands were constructed. Taking Changdao County as an example, 28 indicators were selected to evaluate the sustainable development of the island during 2010—2015. The results showed that the comprehensive ability of sustainable development in Changdao county was increasing year by year, but the coordination between the three subsystems of pressure, state and response was not stable, which was not conducive to the further development of Changdao county. In order to give full play to the resource advantages of Changdao County, and maintain its healthy and sustainable development, it was suggested that policies and funds should be increased from the aspects of strengthening planning guidance, improving the ecological environment of the island, optimizing the functions of the infrastructure, and promoting the transformation and upgrading of the island's industrial structure.

收稿日期:2018-07-02;修订日期:2018-12-04

作者简介:李佳芮,工程师,硕士,研究方向为海域海岛保护与管理

通信作者:曹英志,副研究员,博士,研究方向为海域海岛管理

Key words: PSR, Islands, Resource utilization, Ecological environment, Sustainable development, Evaluation

0 引言

我国拥有广阔的海洋,海洋中分布着众多的海岛,海岛作为我国领土的重要组成部分,拥有丰富的自然资源,具有生态、经济、科研、国防及军事、权益维护等价值。随着我国自然资源的不断消耗,目前出现了陆域资源严重紧缺的现象,许多地区已经注重海洋资源的开发,将发展的目光转移到海岛地区,大力发展海岛经济。海岛及其周边海域蕴藏着丰富的资源,因此具有较大的开发价值。但是由于海岛四面环海,面积小,区域位置特殊,生态脆弱,如果遭到破坏,恢复难度较大。《中华人民共和国海岛保护法》出台前,由于缺乏相应的监管,海岛的开发利用一直处于无度、无序的状态。近年来,相关部门虽然采取相应措施开展海岛保护工作,但海岛过度开发的现象仍然存在,这严重影响了海岛的生态平衡,导致海岛环境恶化,资源量锐减,甚至给海岛的生态系统造成不可逆转的后果。因此,为实现自然资源的永续利用,达到海岛的生态平衡,研究海岛地区可持续发展具有重要的现实指导意义^[1]。

目前,国内外有关可持续发展理论方面的研究较多,许多机构和专家对可持续发展评价体系的构建进行了大量而深入的研究,建立了有关可持续发展的评价方法和评价模型,如侧重于从资源和环境消耗上评价可持续发展状况的“生态足迹”模型(EF)^[2-4]、资源承载力模型^[5],侧重于教育水平及人均GDP方面评价的绿色GDP核算体系^[6]、人文发展指数(HDI)模型等^[7]。但是,由于海岛远离大陆,具有一定的特殊性,其可持续发展问题复杂而多样,至今还未建立统一的评价体系和模型方法。本研究结合可持续发展的相关理论,在研究陆地有关可持续发展思路的基础上,以长岛县为例,探讨基于压力—状态—响应(pressure-state-response, PSR)框架的海岛地区可持续发展的综合评价。

1 研究区域概况

长岛县介于辽东半岛和胶东之间,位于黄河和

渤海交汇的地方,是华北地区唯一的海岛县。长岛县由32个海岛组成,陆地面积约56 km²,拥有海域8 700 km²,海岸线长146 km,该县是一个以渔业为主的海岛县,也是北方开发较成熟的海岛地区。长岛县辖1个街道、1个镇、6个乡,县政府设在南长山街道。截至2015年末,户籍户数15 515户,总人口为42 183人,其中城镇人口21 658人^[8]。

长岛县是我国海岛县发展的突出代表,在生态环境、经济资源、社会文化价值方面都表现出了海岛地区发展的典型特征。由于长岛县远离大陆,区域位置较独立,与陆地相比,海岛生态系统较脆弱。近年来,支持海岛建设的优惠政策越来越多,沿海各地开发利用海岛的程度也在与日俱增,在这个过程中如何平衡经济发展与资源利用和生态环境之间的关系也显得尤为重要,而这也一定程度上限制了长岛县的可持续发展。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 评价模型

PSR模型,最初是由Tony Friend和David Rapport提出,目的应用于分析环境中压力、现状与响应间的关系。后在国际经济合作与发展组织(OECD)和联合国环境规划署(UN-EP)的共同推动下,PSR模型成为研究环境问题的基本框架^[9]。该模型依托自然环境,以人类活动等作为外力对其施加压力,结果改变了当地自然资源与生态环境的质量,使其达到了某种状态,通过政府决策、人们行为等方式对这些变化做出响应,改变目前的状态,减少由于人类活动对环境的压力,维持生态健康^[10],它侧重于揭示资源利用、生态环境与经济社会发展之间的关系。

根据PSR模型的理念,结合海岛的实际情况,评价长岛县可持续发展的模型根据特定指标演变而来(图1)。它是由人类活动行为包括社会进步、经济发展、人口状况等在内的外在因素作为压力,改变海岛的生态环境质量状况,通过信息的传递,政府或相关机构做出相应的管理决策等响应。这

种社会响应对海岛状态产生影响,从而转化成人类活动可利用的资源。如此反复,形成一个完整的架构,反映人与自然相互作用共同结果^[9]。

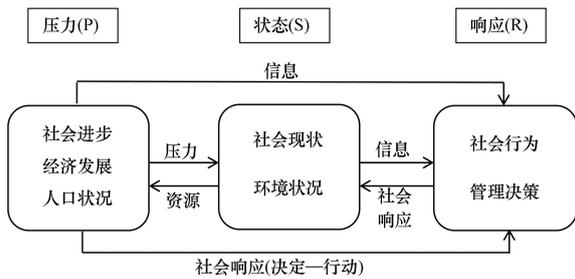


图 1 长岛县可持续发展评价的“压力—状态—响应”(PSR)模型

2.2 评价指标体系构建

2.2.1 指标体系的设置原则

为全面真实衡量海岛可持续发展的能力,评价指标的选取须具有一定的完备性和代表性,能够综合反映影响海岛可持续发展的各种因素。针对海岛具体实际,评价指标体系的设置应遵循以下原则^[11]。

(1)科学性:在结合可持续发展理论、生态环境理论以及经济发展理论的基础上,客观地选取指标,真实地反映海岛发展的总体状况,注重各个子系统和指标之间的联系,并能较好地衡量可持续发展目标实现的程度。

(2)可操作性:在考虑指标的现实性、可获取性和可比性的基础上,选取的指标要简单明了,容易理解。通常情况下,指标以百分比、人均占有量、利用效率等形式来表示,不仅使得指标容易理解与接受,而且增强了指标的可比性。为避免大量调查工作,方便数据的获取,尽量采取综合性指标,减少评价指标的数量。

(3)层次性:海岛是一个复杂的综合系统,将这个比较大的系统分解为具有内在逻辑关系的子系统,再将子系统分解为能够反映决定其行为的主要环节和关键组成成分的状态,进而用各变量来反映和揭示状态的行为、关系、变化等原因和动力,最后,采用可测量、可对比、可获取的指标给予直接度量。

(4)动态性:评价指标体系要能反映一定时空

尺度的海岛可持续发展状况,不仅要求对系统的可持续发展能力进行描述、分析和评价,还要求能够预测未来的发展趋势。预测能力越强,指标体系的指导性越强,能够更好地帮助相关部门采取有力措施,促进可持续发展的实现。

2.2.2 指标体系的构建

根据长岛县可持续发展评价的 PSR 模型框架,充分考虑海岛实际情况,经过认真研究,共遴选了 28 个考量指标,通过查阅官方统计内容收集相关指标数据,形成了可持续发展评价体系。该指标体系由目标层、准则层和指标层组成,共有压力、状态和响应指标体系 3 个子系统(表 1)。

2.3 数据标准化处理

由于评价体系中各指标的单位不同,量纲、数量级、数量变化幅度以及指标的正负取向均存在差异,考虑到数据之间的可比性,必须统一量纲才能进行数据处理与分析,因此,本研究中对数据采取标准化处理的方法为极差法^[12]。

在进行标准化处理过程中,根据指标对评价综合指数影响情况的不同,将采取不同的方法。部分指标对综合评价指数的贡献是正向的,称为正功效指标;部分指标是负向的,称为负功效指标,具体计算公式如下:

$$C_i \text{ 为正功效指标时, } c_i' = \frac{C_i - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}}$$

$$C_i \text{ 为负功效指标时, } c_i' = \frac{C_{\max} - C_i}{C_{\max} - C_{\min}}$$

式中: c_i' 为 C 层指标 C_i 的标准化值, $0 \leq c_i' \leq 1$; c_i' 为 C 层指标的统计或原始计算值; c_{\max} 为海岛地区某指标 c_i' 的最大值; c_{\min} 为海岛地区某指标 c_i' 的最小值。

2.4 评价指标权重的确定

本研究中,海岛可持续发展综合评价确定指标权重的方法采用层次分析法。层次分析法^[13](The Analytic Hierarchy Process, AHP)是 20 世纪 70 年代提出的,能够有效地分析一些不能完全由量化的方法所解决的问题。本研究根据在前文分析的基础上确定了可持续发展的目标层(A)、准则层($B_1 - B_3$)和指标层($C_1 - C_{28}$)。通过与相关专家沟通分析,最终构建可持续发展指标的判断矩阵。经过

计算判断矩阵最大特征值 λ_{\max} , 反复计算对应的特征向量, 并进行一致性检验, 最终得出各部分权重, 具体权重见表 1。

表 1 海岛可持续发展评价指标体系及权重

目标层	准则层	指标层		指标单位	指标权重
		一级指标	二级指标		
可持续发展总体能力(A)	压力(B ₁) 0.25	自然因素	年平均降水量(C ₁)	mm	0.008 2
		人文因素	人口密度(C ₂)	人/km ²	0.019 7
			粮食产量(C ₃)	t/hm ²	0.010 3
			海水养殖产量(C ₄)	t/hm ²	0.010 3
			海洋捕捞产量(C ₅)	t/年	0.011 3
			渔业总产值(C ₆)	万元/年	0.011 8
			第三产业占 GDP 比重(C ₇)	%	0.018 8
			财政收入(C ₈)	万元/年	0.029 8
			固定资产投资(C ₉)	万元/年	0.027 2
			年旅游收入(C ₁₀)	万元/年	0.023 7
			人均收入(C ₁₁)	元	0.016 3
			人均建设用地面积(C ₁₂)	m ²	0.017 1
			人均耕地面积(C ₁₃)	hm ²	0.014 2
			人均用电量(C ₁₄)	万 kW·h	0.017 1
			人均生活用水量(C ₁₅)	L/d	0.014 2
	状态(B ₂) 0.25	生物环境	森林覆盖率(C ₁₆)	%	0.034 8
		非生物环境	沿岸海域水质污染综合指数(C ₁₇)		0.027 6
			空气污染综合指数(C ₁₈)		0.021 9
			废水排放量(C ₁₉)	t	0.055 2
			污水集中处理率(C ₂₀)	%	0.055 2
	生活垃圾处理量(C ₂₁)	万 t	0.055 2		
	响应(B ₃) 0.50	政策措施	医疗卫生财政支出(C ₂₂)	万元/人	0.055 1
			教育财政支出(C ₂₃)	万元/人	0.081 8
			社会保障与就业财政支出(C ₂₄)	万元/人	0.060 8
			节能环保财政支出(C ₂₅)	万元/人	0.121 6
			科学技术财政支出(C ₂₆)	万元/人	0.090 3
			人均公共绿地面积(C ₂₇)	m ²	0.045 2
			建成区绿化覆盖率(C ₂₈)	%	0.045 2

2.5 可持续发展综合评价

综合指数法^[12]是在计算各子系统指数的基础上,按照各自的权重再进行一次加权求和得到一个可持续发展指数,其计算公式为:

$$I = \sum_{i=1}^n (W_i \times U_i)$$

$$U_i = \sum_{j=1}^n (W_j \times V_j)$$

式中: W_i 为准则层各指标权重, $\sum_{i=1}^n W_i = 1$; U_i 为准则层各评价指标; W_j 为指标层各指标权重, $\sum_{j=1}^n W_j = 1$; V_j 为指标层各评价指标。根据海岛可持续发展的特征,借鉴前人的研究成果^[14-16],将海岛可持

续发展综合指数分为 5 级(表 2)。

表 2 可持续发展综合指数分级标准

分级	指数值	分级标准
I	$I \geq 0.8$	很强
II	$0.6 \leq I < 0.8$	较强
III	$0.4 \leq I < 0.6$	中等
IV	$0.2 \leq I < 0.4$	较弱
V	$I < 0.2$	很弱

2.6 PSR 系统协调度分析

PSR 模型形象地模拟了一段时期内,海岛地区政府部门在掌握当地生态、经济、社会发展现状的基础上,做出引导海岛可持续发展的响应政策,对人类活动加以规范和约束,使海岛得到良性发展。然而,海岛的可持续发展是一个动态的变化过程,因压力、状态和响应各子系统之间的相互协调程度的变化而变化。为综合分析海岛可持续发展,评估各子系统之间的内在联系,本研究引入协调度函

数^[9],即依据各系统之间的距离大小和离散程度,来衡量 3 个子系统间的协调状况。

$$C = \frac{\alpha + \beta + \gamma}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}}$$

式中: C 为协调度指数; α 、 β 、 γ 分别代表压力、状态和响应所对应的子系统得分。

当子系统分数值越接近时, C 值则越接近 1.732。此时,表明协调度越高,反之,则越低。

2.7 数据来源

本研究采用的数据来源于长岛县统计公报(2010—2015 年)、长岛县政府工作报告,《烟台市统计年鉴》(2011—2016 年)^[8]、《中国统计年鉴》(2011—2016 年)、山东省历年环境质量调查报告、山东省历年环境状况公报。

3 评价结果与分析

根据上述理论和计算公式,得出计算结果如表 3 和表 4 所示。

表 3 长岛县可持续发展评价指标标准化矩阵值(2010—2015 年)

指标指数	年份					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
C_1	0.008 2	0.005 4	0.006 0	0.003 3	0.000 0	0.003 3
C_2	0.000 0	0.000 0	0.001 8	0.002 5	0.017 6	0.019 7
C_3	0.009 6	0.009 7	0.010 0	0.010 3	0.005 7	0.000 0
C_4	0.003 8	0.000 0	0.001 4	0.006 2	0.008 4	0.010 3
C_5	0.000 0	0.001 2	0.002 7	0.003 7	0.009 2	0.011 3
C_6	0.000 0	0.003 1	0.007 5	0.008 4	0.010 2	0.011 8
C_7	0.000 0	0.004 3	0.005 7	0.010 0	0.013 6	0.018 8
C_8	0.025 7	0.023 2	0.000 0	0.015 4	0.023 2	0.029 8
C_9	0.000 0	0.006 4	0.005 1	0.012 8	0.019 6	0.027 2
C_{10}	0.000 0	0.003 8	0.008 9	0.015 60	0.018 8	0.023 7
C_{11}	0.000 0	0.003 0	0.006 0	0.009 4	0.013 5	0.016 3
C_{12}	0.017 1	0.015 1	0.012 9	0.007 9	0.002 0	0.000 0
C_{13}	0.014 2	0.014 2	0.014 2	0.000 0	0.000 0	0.000 5
C_{14}	0.000 0	0.003 9	0.011 7	0.013 6	0.014 0	0.017 1
C_{15}	0.000 8	0.000 0	0.003 2	0.005 0	0.008 5	0.014 2
C_{16}	0.034 8	0.034 8	0.034 8	0.023 2	0.011 6	0.000 0
C_{17}	0.018 4	0.000 0	0.004 6	0.013 8	0.027 6	0.023 0
C_{18}	0.000 0	0.007 3	0.014 6	0.018 2	0.021 9	0.021 9

续表

指标指数	年份					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
C ₁₉	0.055 2	0.045 7	0.036 2	0.026 7	0.013 4	0.000 0
C ₂₀	0.055 2	0.052 0	0.000 0	0.017 4	0.017 4	0.015 4
C ₂₁	0.055 2	0.054 8	0.026 7	0.000 0	0.001 4	0.002 1
C ₂₂	0.012 1	0.000 0	0.008 1	0.021 0	0.055 1	0.045 3
C ₂₃	0.000 0	0.007 7	0.031 9	0.032 5	0.030 0	0.081 8
C ₂₄	0.019 5	0.006 1	0.000 0	0.031 0	0.033 5	0.060 8
C ₂₅	0.000 0	0.024 6	0.089 6	0.121 6	0.089 3	0.111 2
C ₂₆	0.020 1	0.027 0	0.024 7	0.044 0	0.090 3	0.000 0
C ₂₇	0.006 7	0.002 2	0.000 0	0.004 5	0.037 6	0.045 2
C ₂₈	0.024 2	0.006 7	0.000 0	0.045 2	0.023 8	0.023 8

表 4 可持续发展评价体系各子系统及系统综合评价得分

年份	压力子系统	状态子系统	响应子系统	系统综合评价	系统协调度
2010	0.019 8	0.054 7	0.041 3	0.115 8	1.623 5
2011	0.023 3	0.048 7	0.037 2	0.109 1	1.665 5
2012	0.024 3	0.029 2	0.077 2	0.130 7	1.519 1
2013	0.031 0	0.024 8	0.149 9	0.205 7	1.326 6
2014	0.041 0	0.023 3	0.179 8	0.244 1	1.313 4
2015	0.051 0	0.015 6	0.184 0	0.250 7	1.308 1

根据表 4 计算得出的结果,将 3 个子系统中的数据以折线图的形式分别予以表示,并将综合指数与协调度制成折线图进行分析(图 2 和图 3)。

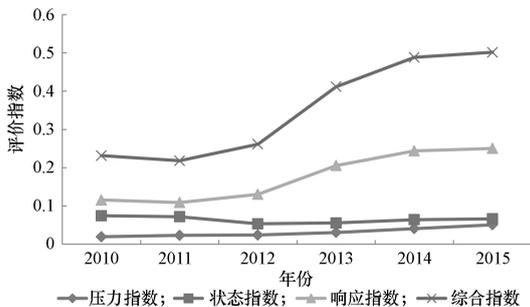


图 2 2010—2015 年长岛县可持续发展 3 个子系统与综合评价对比

根据表 2 所示,2010—2012 年长岛县可持续发展能力为很弱,其综合指数介于 0.109 1~0.130 7; 2013—2015 年可持续发展能力为较弱,其综合指数介于 0.205 7~0.250 7。总体而言,长岛县的可持续

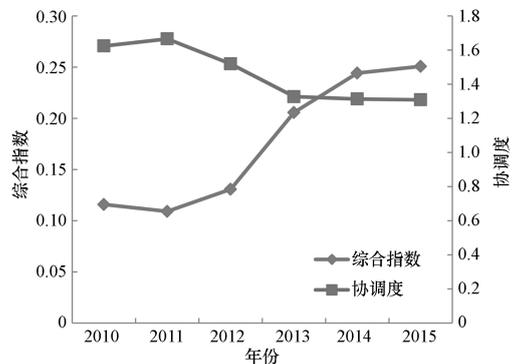


图 3 2010—2015 年 PSR 系统协调度与综合指数变化趋势对比

续发展能力较弱。

3.1 可持续发展评价中“压力指数”变化分析

从压力指数变化趋势可知,2010—2015 年压力系统的指数呈小幅度的波动,但总体呈现稳定上升的趋势。分析其原因,近 6 年长岛县受自然和人文因素影响,环境压力不断上升,其中人文因素影响

程度逐年递增,如渔业总产值增长迅速,由2010年10.85万元/人上升到2015年的14.54万元/人,年旅游收入由2.6万元/人增加到8.3万元/人,第三产业占GDP比重也由30.1%上升到36.27%,人均供电量由0.14万kW·h增加到0.18万kW·h,人均生活用水量由61.35 L/d增加到90 L/d。由此可见,推进社会发展的同时,以消耗自然资源为代价,给海岛地区的可持续发展产生了一定的压力。

3.2 可持续发展评价中“状态指数”变化分析

从状态指数变化趋势可知,2010—2015年状态系统的指数呈上下起伏波动,但波动幅度不大,总体呈现下降趋势。分析其原因,近几年长岛县所辖区域沿海岸域海水质量较好,但在2011年6月中海油渤海湾漏油事故对该海域环境质量产生了一定的影响;海岛植被覆盖率逐年降低,由60%减少到57%;废水排放量由80 t增加到109.03 t,污水集中处理率由74.91%减少到65%,生活垃圾处理量由2.3万t减少到0.79万t。由此可见,长岛县的人居环境包括生态环境、基础设施等状态虽有所改善,但目前经济社会发展日益增长的速度与海岛生态环境所承受能力之间的矛盾依然突出,因此,长岛县的状态系统指数不但没有上升,反而处于下降的趋势。

3.3 可持续发展评价中“响应指数”变化分析

从响应指数变化趋势可知,2010—2015年响应系统的指数总体呈现上升趋势。以2010年为基准年,到2012年,人均公共绿地面积、建成区绿化覆盖率都达到最低值,分别为28.69 m²、44.74%,2013—2015年上述指标呈逐年上升趋势,最高值分别为31.19 m²、48.88%。医疗卫生、教育、社会保障与就业、节能环保、科学技术财政支出均存在小幅度的上下波动,如教育财政支出呈逐年递增趋势,由人均0.126 6万元增加到0.201 4万元;节能环保财政支出在人均0.104 8~0.140 9万元,最低值出现在2010年,最高值出现在2013年。2010—2012年,相关部门还没有发现海岛可持续发展面临的压力,也未察觉由此产生的变化,也就没有采取相关措施予以应对,因此压力和状态系统基本保持原有态势。随后几年,政府加大对各方面的投入,

但是压力和状态不能马上对其响应做出反应,因此出现了响应系统的指数逐渐上升,压力和状态系统指数仍未见明显好转的现象。

3.4 PSR系统协调度分析

从图3可知,长岛县可持续发展综合评价指数介于0.11~0.25,PSR系统协调度介于1.31~1.67。PSR系统协调度于2011年达到最高值,为1.67。2011—2015年,综合指数上升,协调度反而下降,这是由于压力—状态—响应3个系统的变化速度不够协调导致。可见,虽然长岛县可持续发展综合评价指数在不断上升,但“压力—状态—响应”之间的协调度不够稳定。

4 结论与建议

近年来,长岛县大力实施“四个一百万”产业工程和“百千万亿”文化工程,着力改善民生条件,不断优化长岛生态环境,使全县的经济社会保持又好又快的发展态势,先后被确定为国家级可持续发展示范区、国家级海岛资源综合开发试验区,全国十大“科技兴海”养殖示范基地等称号。

通过研究发现,2010—2015年长岛县可持续发展综合指数总体呈现上升趋势,但其可持续发展能力仍然较弱。在各子系统中,响应系统的涨幅最大,说明社会响应力度在逐渐变大,但环境压力居高不下,状态系统也呈现下降趋势,而且,各子系统协调度不够稳定,这并不利于后续的发展。为了充分发挥长岛县的资源优势,促进其可持续健康发展,建议在以下几个方面加大政策和资金的投入力度。

(1)强化规划的引导作用,制定或修订相关规划,处理好保护与开发之间的关系,加强国民经济和社会发展规划、产业发展规划、生态建设规划等其他规划之间的衔接,通过系统的规划在保证海岛自然资源高效利用的基础上,推动海岛全面发展。

(2)改善海岛生态环境,坚持生态优先,建立和完善地方环保法律法规体系,对海岛水资源进行修复,加强海洋环境污染预警、防控和应急处置能力建设,严格遵守生态红线制度,加强生态管控,科学合理开发利用海岛生态资源。

(3)优化基础设施功能,进一步加强海岛供水、供电、交通、污水处理等基础设施建设,提升公共服务水平。

(4)推进海岛产业结构转型升级,坚持规模化、科技化、标准化、品牌化的发展路径,加快推动传统渔业向生态、优质、高效的现代渔业转型,大力发展海岛旅游、海岛餐饮、海岛仓储等服务产业,积极探索海洋能源的开发利用。

本研究在指标选取方面尚存有不足,受限于数据的获取,该指标体系不能完全包括影响长岛县可持续发展评价的所有指标,因此对数据的处理和结果的计算可能存在偏差。在后续的研究中,将不断完善PSR模型的指标体系,对海岛可持续发展的预测、生态保护与经济社会可持续发展之间的关系等方面进行深入研究。

参考文献

- [1] 李金克,王广成.海岛可持续发展评价指标体系的建立与探讨[J].海洋环境科学,2004,23(1):54-57.
- [2] 李中才,徐俊艳,姬宇.基于改进生态足迹的区域生态安全评价研究:以山东省长岛县为例[J].农业系统科学与综合研究,2011,27(3):268-272.
- [3] 唐金利.基于生态足迹模型的广东省可持续发展研究[D].广州:中国科学院研究生院(广州地球化学研究所),2006.
- [4] 袁平.基于生态足迹模型的县级区域可持续发展评价[D].北京:中国农业科学院,2005.
- [5] 付昆.驻马店市基于水土资源承载力的区域可持续发展研究[D].兰州:兰州大学,2009.
- [6] 王建军.生态旅游资源评价与开发规划研究[D].北京:中国地质大学,2006.
- [7] 徐中民,张志强,程国栋.生态经济学理论方法与应用[M].郑州:黄河水利出版社,2003.
- [8] 烟台市统计局.烟台市统计年鉴(2011-2016)[Z].2011-2016.
- [9] 刘雯雯,杨椅伊.基于PSR框架1999-2008年西北林业建设可持续发展评价[J].林业经济问题,2013,33(4):306-318.
- [10] 高珊,黄贤金.基于PSR框架的1953-2008年中国可持续发展评价[J].自然资源学报,2010(2):341-350.
- [11] 郭慧丽,陈东景,吴桑云.我国海岛可持续发展评价指标体系的构建[J].区域经济与产业经济,2010(5):17-19.
- [12] 柯丽娜,王权明.海岛可持续发展评价模型及其应用:以长海县为例[J].海洋环境科学,2012,31(4):529-533.
- [13] 徐天和.统计管理与健康统计分册[M].北京:人民卫生出版社,2004.
- [14] 李健.海岸带可持续发展理论及其评价研究[D].大连:大连理工大学,2005.
- [15] 熊永柱.海岸带可持续发展评价模型及其应用研究:以广东省为例[D].广州:中国科学院广州地球化学研究所,2006.
- [16] 栾维新,申娜.长山群岛可持续发展的社会经济支撑系统研究[J].太平洋学报,2005(10):65-75.