

DOI: 10.20103/j.stxb.202407021541

李淑娟, 穆淑慧, 赖宇晗, 隋玉正, 张朝晖. 海洋类型国家公园生态系统服务与社区居民生计耦合协调分析——以长岛国家公园创建区为例. 生态学报, 2024, 44(21): 9736-9750.

Li S J, Mu S H, Lai Y H, Sui Y Z, Zhang Z H. Coupling and coordination analysis of ecosystem services and community livelihoods in marine national parks: taking the Changdao National Park creation area as an example. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(21): 9736-9750.

海洋类型国家公园生态系统服务与社区居民生计耦合协调分析

——以长岛国家公园创建区为例

李淑娟^{1,3}, 穆淑慧¹, 赖宇晗¹, 隋玉正^{2,*}, 张朝晖⁴

1 中国海洋大学管理学院, 青岛 266100

2 青岛理工大学建筑与城乡规划学院, 青岛 266033

3 教育部人文社科重点研究基地中国海洋大学海洋发展研究院, 青岛 266100

4 自然资源部第一海洋研究所, 青岛 266061

摘要:海洋类型国家公园,是海洋保护地体系的重要组成部分,对于海洋生物多样性保护以及海洋生态系统的保护恢复至关重要。在国家公园的建设过程中,严格的生态保护措施一定程度上限制了居民对资源的利用,使生态保护与社区发展的矛盾日益突出,国家公园社区生计与生态的协调发展成为国家公园建设中亟需解决的关键问题。根据长岛国家公园创建区的特点构建评价指标体系,客观评估长岛国家公园生态系统服务价值与居民生计资本水平,借助耦合协调度模型,量化分析了居民生计与生态系统服务之间的耦合协调关系。结果表明:(1)不同类型居民生计资本得分差异较大,渔业兼业型生计资本值最高,旅游主导型居次,务工主导型位列第三,农渔业主导型处于最低水平;(2)研究区内各村落生态系统服务价值总量不同,渔业兼业型和农渔业主导型居民所在村落的生态系统服务价值显著高于其余类型村落;(3)生计-供给服务耦合协调关系中,渔业兼业型达到协调发展水平,而农渔业主导型、务工主导型和旅游主导型普遍处于严重、中度失调水平;(4)生计-文化服务耦合协调关系中,农渔业主导型处于失调水平,渔业兼业型、旅游主导型、务工主导型均处于协调水平;(5)生计-调节服务的耦合协调度关系中,农渔业主导型、渔业兼业型、务工主导型处于失调水平,旅游主导型达到协调发展水平。基于研究结果,针对长岛国家公园创建区不同生计类型居民提出生态系统服务与生计协调发展路径,以解决长岛国家公园创建区生态保护与社区生计发展矛盾,实现国家公园人与自然和谐发展。

关键词:海洋类型国家公园;生态系统服务;社区居民生计;耦合协调

Coupling and coordination analysis of ecosystem services and community livelihoods in marine national parks: taking the Changdao National Park creation area as an example

LI Shujuan^{1,3}, MU Shuhui¹, LAI Yuhan¹, SUI Yuzheng^{2,*}, ZHANG Zhaohui⁴

1 Management School, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

2 College of Architecture and Urban Planning, Qingdao University of Technology, Qingdao 266033, China

3 Key Research Base for Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, Ocean Development Research Institute, Ocean University of China, Qingdao 266100, China

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2022MD089);国家社科基金重大项目(16ZDA049);山东省社科规划项目(18CLYJ59)

收稿日期:2024-07-02; **采用日期:**2024-10-16

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: suiyuzheng_qd@163.com

4 First Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Qingdao 266061, China

Abstract: Marine national parks, integral to the marine protected area system, play a vital role in safeguarding marine biodiversity and in conserving and restoring marine ecosystems. During the establishment of national parks, stringent ecological conservation measures have inevitably constrained resource use by local residents, exacerbating the tension between ecological preservation and community development. Achieving harmonious development between community livelihoods and ecological conservation within national parks is an urgent priority in their construction. Based on the characteristics of the Changdao National Park creation area, this paper establishes an evaluation index system and objectively assesses the value of ecosystem services and the level of residents' livelihood capitals in the Changdao National Park creation area. Also uses the coupling coordination degree model to quantitatively analyze the interplay between residents' livelihoods and ecosystem services and uses correlation analysis to explore the influencing factors of the coordinated development of livelihoods and ecosystem services. The results show that: (1) There are significant differences in the livelihood capital scores among different types of residents. The livelihood capital value of the part-time fishery is the highest, followed by the tourism-oriented, the worker-oriented ranks third, and is fishery-oriented at the lowest level; (2) The total value of ecosystem services varies among villages within the research area. The ecosystem service value of villages inhabited by part-time fishery and fishery-oriented's residents is significantly higher than other types of villages; (3) In the coupling coordination relationship between livelihood and supply services, the part-time fishery has reached a coordinated development level, whereas fishery-oriented, worker-oriented, and tourism-oriented are generally at the levels of severe and moderate imbalance; (4) In the coupling coordination relationship between livelihood and cultural services, the fishery-oriented is at the level of imbalance, while the part-time fishery, tourism-oriented, and worker-oriented are all at the level of coordination; (5) In the coupling coordination relationship between livelihood and regulation services, fishery-oriented, part-time fishery, and worker-oriented are at the level of imbalance, while the tourism-oriented reaches the level of coordinated development. In light of the findings, it proposes coordinated development pathways for ecosystem services and livelihoods, targeting residents of different livelihood types of the Changdao National Park creation area. This approach is designed to address the existing conflict between ecological preservation and the socio-economic advancement of the community within the Changdao National Park, aimed to foster a harmonious balance between these two critical objectives, thereby achieving harmonious development between humans and nature within the national park.

Key Words: marine type national park; ecosystem services; the livelihood of community residents; coupling coordination

建立国家公园体制,是生态文明体制改革的一项重大制度创新。对保持自然生态系统的原真性和完整性,维护生态安全屏障具有至关重要的意义,海洋类型国家公园是国家公园和海洋生态文明建设中不可或缺的内容^[1-2]。海洋类型国家公园蕴藏着丰富的自然资源为当地社区居民的生产生活提供基础保障,海岛的独立性和封闭性也使得岛上居民的生计紧密地依赖于海洋生态系统。而在国家公园建设过程中,严格的生态保护措施一定程度上限制社区居民对资源的利用,社区生态与生计的协调发展成为海洋类型国家公园建设中亟需解决的关键问题。在此背景下,分析海洋类型国家公园社区居民生计与生态系统服务的耦合协调关系,提出居民生计与生态系统服务协调发展路径,对实现海洋类型国家公园生态保护与社区发展双赢具有重要意义。

社区居民作为自然保护地最主要的经济活动主体,采取的生计策略不仅影响着整个社区社会经济发展,更影响着后续国家公园自然资源利用和生态环境保护^[3]。21 世纪以来,学者们开始关注国家公园内居民生计的研究,国内外学者对该领域的研究集中于国家公园建立及相关政策对社区生计的影响^[4-7]、发展生态旅游对社区生计的影响^[8-10]以及平衡社区生计和保护的对策^[11-12]等方面,结合具体案例量化自然保护地内社区生计资本水平及空间分布特征,采用生计资本调查^[13-14]、生计资本模型^[15-16]、实证研究^[17-18]等方法,分析

社区居民的生计状况。另有从生计资本与生计策略的关系^[19-21]角度出发,研究不同生计策略对家庭的影响、生计资本类型对生计策略选择等问题,进而提出生计多样化及可持续生计的对策。社区生计依赖于生态系统服务,并且影响生态系统提供服务的能力^[22],因此关注生态系统服务与社区生计的相互作用关系,寻求两者的协调发展,是实现国家公园人与自然和谐发展的重要途径之一。目前对于生态系统服务与居民生计关系研究主要集中在生态系统服务对居民生计活动的影响、居民生计活动对生态系统服务的依赖度和生态系统服务与居民生计的耦合协调关系三方面。学者基于土地利用变化视角,探讨生态系统服务对农户生计产生的影响;通过研究生态系统服务对居民生计资本的作用机制,探讨生计资本的影响因素;探讨不同区域和不同土地类型的生态系统服务对生计资本的差异性影响,以及生态补偿政策所起到的调节作用^[23]。为了更好地量化生态系统服务对生计的贡献,学者从微观视角探讨社区生计对生态系统服务的依赖程度,Yang 等首次提出一种量化社区居民对生态系统服务依赖程度的指标体系^[24],为从微观视角分析生计和生态系统服务的关系提供了新思路,进一步提高了研究结果的针对性和实用性。随后学者们较多关注多样化生计与生态系统服务的依赖关系^[22],并利用结构方程模型分析自然资源禀赋、农户家庭特征、地理位置等对生态系统服务依赖度的影响^[25]。李淑娟等运用可持续生计分析框架和生态系统服务依赖度模型,研究海洋保护地社区多元化生计与生态系统服务依赖关系,提出通过生计资本的调整促进居民生计多元化,优化生计对生态系统服务的依赖结构^[26]。社区居民的生计水平受生态系统服务功能的影响,同时,社区居民生计活动通过干扰生态系统结构、过程影响生态系统服务功能,一些生计活动甚至会产生生态环境问题进而削弱其功能,最终制约社区生计发展^[27-28]。因此,系统分析生态系统服务与社区生计的耦合协调关系及其变化规律,对提升生态系统服务功能,促进生计转型,维持生态与生计的平衡具有重要的意义。李佳桐等基于土地利用、统计年鉴和农牧户问卷调查数据,分析了祁连山国家公园试点建设过程中生态系统服务与农牧户福祉的耦合协调关系^[29]。马随随等以生态易损的里下河水网地区为例,应用耦合协调度模型探求生计与生态系统服务的时空演化特征及其耦合关系,针对生态系统服务与农户生计的耦合协调状态分别提出不同发展对策^[30]。

将生态系统服务与社区居民生计结合起来进行研究,虽然在部分地区已经有所涉及,相关成果也为以后的研究提供了方法指引,但对于国家公园这个更为复杂且人地矛盾更加突出的社会生态耦合系统,现有研究却关注较少;现有研究更多聚焦到国家公园生态系统服务的供给,对生态系统服务与生计二者的耦合协调关系研究还有待深化,不同生计类型采取的生计策略不同,对不同类型生态系统服务的利用强度不同,因此,亟需借助量化研究方法,从更综合的视角出发厘清社区居民生计与各种类型生态系统服务的耦合协调状态,以及不同生计类型耦合协调关系的差异性,为国家公园生态管理政策的制定及社区居民生计转型提供参考。

长岛拥有独特的海岛-浅海湿地-海洋生态系统,是我国最典型的温带海洋海岛复合生态系统,成为多种珍稀物种的栖息地和迁徙通道,是国内海洋类型国家公园的典型代表。长岛国家公园动植物资源丰富,生态条件优越,区域内社区居民依托丰富的海洋资源和海岛文化,形成海产品养殖、捕捞、海岛旅游等多种生计方式。而在国家公园建设过程中,严格的生态保护措施一定程度上限制社区居民对资源的利用,生态保护与社区居民生存发展的矛盾日益突出。因此,研究长岛国家公园创建区生态系统服务与社区居民生计的耦合协调关系,有助于促进生态保护与社区生计发展之间的平衡,推进海洋类型国家公园的建设和发展。

1 研究区域概况与数据来源

1.1 研究区域概况

长岛国家公园创建区位于胶东、辽东半岛之间,黄渤海交汇处,东临韩国、日本,西守京津,南部为山东半岛,北部为辽东半岛,所在地属暖温带季风区大陆性气候。长岛国家公园创建区以长岛海洋生态文明综合试验区及周边海域为主,区域内生态资源多样,森林覆盖率达到 60%,珍稀物种丰富。旅游资源丰富,文化底蕴深厚,拥有传承近四百年的渔俗文化,海蚀、海积、火山等地质资源欣赏价值和科研价值极高。长岛有 10 个居民岛,岛上共有 40 个行政村,当地居民生计主要包括:农业种植、海水养殖、从事渔家乐、民宿、外出务工、企事

业单位工作、海产品加工业和个体户商业经营等,研究区范围见图 1。

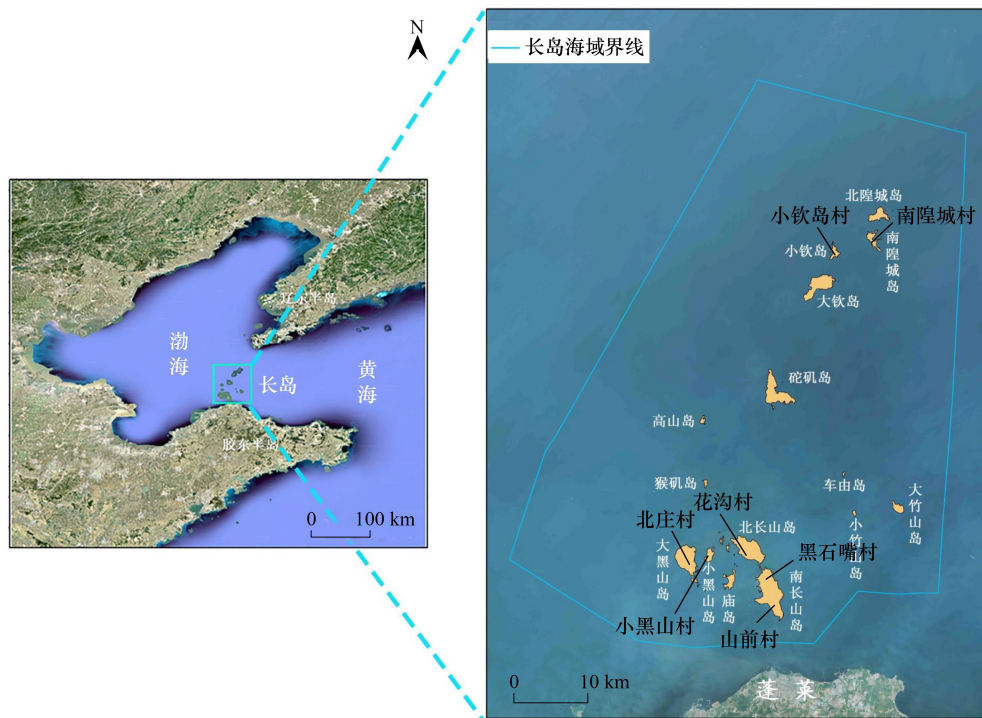


图 1 研究区范围

Fig.1 Scope of the study area

1.2 数据来源

土地利用数据来自于中国科学院资源环境科学与数据中心 (<https://www.resdc.cn/>) 的 2020 年土地利用数据,分辨率为 30m×30m。土地利用分类采用遥感影像和实地调研方式相互验证方式进行,依据《中国土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)并结合研究区域用地特点,将保护区内各村落土地利用类型划分为耕地、林地、草地、园地、水域、建设用地、湿地、未利用地、养殖坑塘 9 个类型。社会经济数据来源于 2020 年《中国农村统计年鉴》《山东省国民经济和社会发展统计公报》《长岛统计年鉴》、政府网站、实地调查等。其中社区居民生计数据主要采用参与式农村评估法(PRA)获取,本项目组于 2021 年 3—7 月多次前往山东长岛国家公园创建区进行实地调研,结合区域分布和经济发展水平差异,选取山东长岛国家公园创建区内具有显著特征的北庄村、小钦岛村、小黑山村、山前村、黑石嘴村、南隍城村、花沟村 7 个行政村及其居民为研究对象,这些村落是不同生计类型的典型代表,同一村落内大部分居民生计类型相同,主导生计占比均超过各村总户数的 80%,7 个行政村分布于长岛人数最多的前六个岛屿,行政区划面积为 16.69km²。

2 研究方法

2.1 生计类型划分

通过实地调研发现,同一村落内大部分居民生计类型相同,依据各村绝大多数居民的现有谋生方式、主要收入来源和主要劳动力投入方向等,将生计类型划分为农渔业主导型、务工主导型、渔业兼业型、旅游主导型 4 类(表 1)。

2.2 社区居民生计资本指标体系、赋值和测算

结合实地调研所得数据和长岛国家公园创建区内社区居民生计特征、地域特色、资源禀赋、区域发展状况等,构建了长岛国家公园创建区社区居民生计资本水平评价指标体系,共包括 5 个一级指标和 25 个二级指标

(表2)。采用较为客观的熵值赋权法确定指标权重,测算长岛国家公园创建区居民生计资本水平,进而反映居民生计现状。

表 1 生计类型划分依据

Table 1 Basis of sample village division

类型 Type	代表村 Representative village	划分指标 Partition index		
		谋生方式 Way of making a living	收入来源 Source of income/%	劳动力投入方向 Direction of labor input
农渔业主导型 Fishery-oriented	北庄村、小钦岛村、小黑山村	渔业、种植业	渔业、种植业> 80	农渔业活动
渔业兼业型 Part-time fishery	黑石嘴村、南隍城村	渔业、种植业、旅游业、海产品加工业	渔业、种植业<80,且拥有旅游、务工等多种收入来源	农渔业活动、非农渔业活动
旅游主导型 Tourism-oriented	花沟村	旅游业	旅游业>80	旅游经营
务工主导型 Worker-oriented	山前村	商业经营、企事业单位上班	商业经营、企事业单位上班>80	商业经营、务工

表 2 长岛国家公园创建区社区居民生计资本评价指标体系

Table 2 Evaluation index system of livelihood capital of community residents in Changdao National Park Creation Area

一级指标 Primary index	二级指标 Secondary index	指标解释与赋值 Indicator interpretation and assignment	二级权重 Second-order weight
自然资本 Natural capital	耕地面积(N1)	人均耕地面积(km ²)	0.078
	海上养殖规模(N2)	人均海域面积(km ²)	0.091
	渔业作业范围(N3)	作业停留时间最长的区域离岸距离(km)	0.027
	拥有的自然资源水平(N4)	牡蛎、扇贝、海带、海参等海产品和玉米、小麦等农作物种类	0.057
物质资本 Physical capital	住房面积(M1)	家庭住房状况(m ² /人)	0.041
	家庭耐用品数量(M2)	电视机、空调、电脑、微波炉、冰箱等耐用品拥有数量	0.033
	家中是否开渔家乐(M3)	是=1;否=0	0.021
	捕捞、养殖等生产设备拥有量(M4)	如围网、拖网等渔具,增氧、投饲、水产育苗等设备数量	0.039
	交通工具(M5)	1=无;2=自行车;3=电动车;4=摩托;5=汽车或渔船等	0.029
人力资本 Manpower capital	劳动力人数(H1)	16—59岁劳动力人口数(人)	0.024
	受教育程度(H2)	小学及以下=1;初中=2;高中=3;大专或本科=4;本科以上=5	0.068
	劳动力技能水平(H3)	低=1;较低=2;一般=3;较高=4;高=5	0.056
	接受政府技能培训次数(H4)	每年接受技能培训(旅游、海水养殖技术等)次数	0.031
	家中内陆地区从业人数(H5)	1=0人;2=1人;3=2人;4=3人;5=4人以上	0.047
金融资本 Financial capital	收入水平(F1)	人均可支配收入(元/年)	0.032
	借贷难易程度(F2)	非常困难=1;比较困难=2;一般=3;比较容易=4;非常容易=5	0.034
	网络通信费用(F3)	月均网络通信费用(元)	0.035
	获得生态补偿金额(F4)	退渔还海、退耕还林等补贴,每年200元及以下=1;200—500元=2;500—800元=3;800—1000元=4;1000元及以上=5	0.051
	生态补偿资金透明化、按时发放程度(F5)	低=1;较低=2;一般=3;较高=4;高=5	0.036

续表

一级指标 Primary index	二级指标 Secondary index	指标解释与赋值 Indicator interpretation and assignment	二级权重 Second-order weight
社会资本 Social capital	家中是否有村委成员(S1)	有=1;无=0	0.027
	月均离岛就医购物等次数(S2)	1=0次;2=1次;3=2次;4=3次;5=4次以上	0.018
	旅游扶持政策惠及程度(S3)	旅游经营得到减免税、贴息、政府补助等的扶持力度。低=1;较低=2;一般=3;较高=4;高=5	0.041
	社会组织参与程度(S4)	参与农渔业合作社人数(人)	0.037
	对保护区渔业管理政策了解程度(S5)	低=1;较低=2;一般=3;较高=4;高=5	0.020
	是否开展网络营销(S6)	农渔产品、渔家乐等旅游项目等是否开展网络订购宣传等,是=1;无=0	0.026

2.2.1 数据标准化处理

由于原始数据单位不一致,本节采用极差标准化对调研数据进行预处理,使得最终数据均位于0到1之间。计算公式为:

$$C_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{ij(\min)}}{X_{ij(\max)} - X_{ij(\min)}} \tag{1}$$

式中, C_{ij} 为第*i*个居民第*j*项指标的标准化值, X_{ij} 为第*i*个居民第*j*项指标实际测量值, $X_{ij(\max)}$ 和 $X_{ij(\min)}$ 为第*i*个居民第*j*项指标中实际最大与最小值。

2.2.2 权重确定

$$A_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \tag{2}$$

$$h_i = -k \sum_{j=1}^m (A_{ij} \ln A_{ij}) \tag{3}$$

$$g_i = 1 - h_i \tag{4}$$

$$D_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \tag{5}$$

式中, A_{ij} 是第*i*类生计第*j*项指标占该指标的比重, h_i 是熵值, g_i 是熵冗余量, D_i 是各指标权重。

2.2.3 生计资本值计算

根据计算出的生计资本评价指标体系中各指标的权重值,运用标准化值与指标权重加权计算,得出计算出居民五类生计资本值。

$$f_b = \sum_{j=1}^m A_{ij} C_{ij} \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5) \tag{6}$$

式中: f_b 为生计资本值, A_{ij} 表示第*i*类生计资本中第*j*个评价指标的权重, C_{ij} 表示第*i*类生计资本中第*j*个评价指标标准化值。

2.3 生态系统服务价值评估

本研究中,结合长岛国家公园海岛生态系统的特点,将生态系统服务价值核算分为3种服务类型13项服务,各类生态系统服务价值计算公式见表3。

2.4 耦合协调度模型

本文利用耦合协调度模型^[43],分别测算居民生计与供给服务价值、文化服务价值和调节服务价值的耦合协调度,公式如下:

表 3 生态系统服务价值评估方法
Table 3 Valuation methods of ecosystem services

一级指标 Primary index	二级指标 Secondary index	计算公式 Calculation formula	参数详情 Parameter details
供给服务 Supply service	提供农渔产品	$ESV_i = \sum_{i=1}^n (R_i - C_i) S$	ESV _i 为生态系统提供农渔产品价值; <i>i</i> 为不同种养殖产品; <i>R_i</i> 为种养殖产 品单位面积产值; <i>C_i</i> 为养殖成本; <i>S</i> 为耕种面积或海域养殖面积 ^[31] 。
	海域天然产出	$ESV_d = R_s \frac{P_0 E}{C} \sigma \overline{P_s} S$	ESV _d 为海域天然产出价值, <i>R_s</i> 为贝 类产品销售利润率, <i>E</i> 为初级生产力 转化为软体动物的转化率, <i>P₀</i> 为初级 生产力 g c m ⁻² d ⁻¹), <i>σ</i> 为贝类重量与 软体组织重量的比, <i>C</i> 为贝类产品混 合含碳率, <i>P_s</i> 为贝类产品平均市场价 格, <i>S</i> 为海域面积 ^[32] 。
	蓄积木材	$ESV_m = A \times S \times P_l \times G_r$	ESV _m 为蓄积木材价值, <i>A</i> 为林地的面 积; <i>S</i> 为单位面积林地蓄积活立木的 量; <i>P_l</i> 为原木价格; <i>G_r</i> 为活立木年增 长率 ^[33—34] 。
	基因供给	$ESV_G = S_i \times G$	ESV _G 为基因供给价值, <i>G</i> 为单位面积 海洋生态系统提供的基因资源价值, <i>S_i</i> 为各村海域面积 ^[35] 。
调节服务 Adjustment service	固碳释氧	$C_{tot} = C_{above} + C_{below} + C_{soil} + C_{dead}$ $Q_o = (C_t + C_w) \times 2.67$	<i>Q_o</i> 为陆域和海域生态系统释放氧气 量, <i>C_t</i> 、 <i>C_w</i> 分别为陆域和海域生态系 统的固碳总量 ^[36] 。
	增加降雨量	$ESV_r = S_r \times Q_r \times P_r$	ESV _r 为增加降雨量价值, <i>S_r</i> 为该生态 系统面积, <i>Q_r</i> 为单位面积生态系统增 加的降雨量, <i>P_r</i> 我国水库工程成本 单价 ^[37] 。
	调节温度	$ESV_t = T_t \times P_t \times N_p \times D_t$	ESV _t 为生态系统调节环境温度服务 价值, <i>T_t</i> 为生态系统降低环境温度 量, <i>P_t</i> 为区域内居民夏季平均降温花 费, <i>N_p</i> 区域内享受生态系统调节温度 服务的人数, <i>D_t</i> 为一年内需要的降温 天数 ^[38] 。
	固体废弃物分解	$ESV_f = SEP \times P \times M$	ESV _f 为固体废弃物降解价值, SEP 为 人均年产生固体垃圾量, <i>P</i> 为生态区 域内人口总数, <i>M</i> 为全国固体垃圾处 理平均单价 ^[39] 。
	污水净化	$ESV_s = V_s \times P_s$	ESV _s 为污水净化价值, <i>V_s</i> 为生活污 水的年排放量, <i>P_s</i> 为我国生活污水平 均处理成本 ^[40] 。
	涵养水源	$ESV_H = C \times T_i \times D_i$	<i>T_i</i> 为用地面积, <i>D_i</i> 为蓄水深度, <i>C</i> 为 建造库容成本 ^[41] 。
	娱乐价值	$ESV_w = \frac{1}{7} \left(\frac{P \times Q}{A} \right)$	本文以研究区耕地生态系统单位面 积粮食生产服务价值为标准, 对谢高 地等 ^[37] 提出的生态系统单位面积服 务价值当量因子表进行修正。 ESV _w 为研究区单位面积粮食生产服 务价值量 (元/hm ²); <i>P</i> 为粮食平均价 格 (元/t); <i>Q</i> 为粮食产量 (t); <i>A</i> 为耕 地面积 (hm ²)。
文化服务 Cultural service	科研文化价值	参考石洪华等人 ^[42] 的研究, 海洋科研文化 价值主要集中于靠近海岸线的 500m 范围 内, 依据郑伟、石洪华等人的研究, 单位面积 科研文化价值取 3.55 万元 km ⁻² a ⁻¹	

$$C = 2 \times \frac{\sqrt{f_a \times f_b}}{f_a + f_b} \tag{7}$$

$$D = \sqrt{C \times T} = \sqrt{C \times (\alpha f_a + \beta f_b)} \tag{8}$$

式中, C 为耦合度; f_a 为生态系统服务价值, f_b 是生计资本值; $T = \alpha f_a + \beta f_b$, 为两系统的综合评价得分, α 和 β 为待定系数, 本文认为生计与生态系统服务同等重要, 即 $\alpha = \beta = 0.5$; D 为耦合协调度, 体现了协调状况的好坏。

2.5 耦合协调度等级划分标准

参考已有研究和实际情况^[44-45], 采用均匀分布函数将耦合协调度划分为 10 个区间, 并进一步引入相对发展度模型, 判断生态系统服务与生计之间的相对发展情况。其中生态系统服务发展超前于生计发展是指生态系统服务的发展速度或水平超过了居民生计发展的速度或水平。同步发展是指生态系统服务与该地区居民生计水平的提升之间呈现出一种协调并行的关系。滞后是指生态系统服务的发展水平, 未能与民众生计水平的提升保持同步。相对发展度模型构建如下:

$$F = f_a / f_b \tag{9}$$

式中: F 为相对发展度; f_a 、 f_b 分别表示生态系统服务价值和生计资本水平, 同时借鉴已有研究的划分标准^[46], F 值在 0.8 至 1.2 之间为二者同步发展, F 值小于 0.8 为生态系统服务发展超前于生计发展, F 值小大于 1.2 为生态系统服务发展滞后于生计发展。具体标准见表 4。

表 4 耦合协调度等级划分标准
Table 4 Classification criteria for coupling coordination level

耦合协调度区间 Coupling coordination degree interval	协调水平 Coordination level	协调等级 Coordination level	相对发展度 Relative development degree	耦合协调发展特征 Coupling and coordination development characteristics
(0.0—0.1)	极度失调	1	$F < 0.8$	极度失调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	极度失调同步发展型
			$F \geq 1.2$	极度失调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.1—0.2)	严重失调	2	$F < 0.8$	严重失调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	严重失调同步发展型
			$F \geq 1.2$	严重失调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.2—0.3)	中度失调	3	$F < 0.8$	中度失调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	中度失调同步发展型
			$F \geq 1.2$	中度失调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.3—0.4)	轻度失调	4	$F < 0.8$	轻度失调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	轻度失调同步发展型
			$F \geq 1.2$	轻度失调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.4—0.5)	濒临失调	5	$F < 0.8$	濒临失调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	濒临失调同步发展型
			$F \geq 1.2$	濒临失调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.5—0.6)	勉强协调	6	$F < 0.8$	勉强失调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	勉强失调同步发展型
			$F \geq 1.2$	勉强失调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.6—0.7)	初级协调	7	$F < 0.8$	初级协调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	初级协调同步发展型
			$F \geq 1.2$	初级协调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.7—0.8)	中级协调	8	$F < 0.8$	中级协调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	中级协调同步发展型
			$F \geq 1.2$	中级协调生态系统服务发展滞后于生计发展

续表

耦合协调度区间 Coupling coordination degree interval	协调水平 Coordination level	协调等级 Coordination level	相对发展度 Relative development degree	耦合协调发展特征 Coupling and coordination development characteristics
[0.8—0.9)	良好协调	9	$F < 0.8$	良好协调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	良好协调同步发展型
			$F \geq 1.2$	良好协调生态系统服务发展滞后于生计发展
[0.9—1.0)	优质协调	10	$F < 0.8$	优质协调生态系统服务发展超前于生计发展
			$0.8 \leq F < 1.2$	优质协调同步发展型
			$F \geq 1.2$	优质协调生态系统服务发展滞后于生计发展

F: 相对发展度 Relative development degree

3 社区居民生计与生态系统服务的耦合关系分析

3.1 生计资本水平分析

经过计算,不同类型居民生计资本综合得分差异较大,渔业兼业型居民生计资本值最高,旅游主导型居民居次,务工主导型位列第三(表5)。自然资本中,渔业兼业型主导型居民和农渔业主导型居民自然资本得分分别处于 0.087—0.131 和 0.048—0.143 之间;务工主导型居民自然资本得分最低,为 0.021,因而务工主导型居民大多外出务工经商,几乎不从事渔业生产活动。物质资本中,渔业兼业型居民的得分分布于 0.179—0.184 之间,得分最高,而务工主导型居民得分仅有 0.123,原因在于渔业兼业型居民不仅拥有渔船、水产育苗等生产设备,又拥有更多价值也更高的空调、电视等旅游经营设施,整体物质资本更高。人力资本方面,渔业兼业型、旅游主导型和务工主导型居民人力资本得分相近,分布于 0.122—0.138 之间,渔业主导型居民受教育程度普遍较低,人力资本得分最低。金融资本方面,农渔业主导型居民的金融资本得分显著低于其余类型居民,渔业兼业型居民得分最高,分布于 0.161—0.173 之间,究其原因近年来生态补偿等政策实施,参与旅游经营的居民享受到更多的金融扶持与政策补偿,使得渔业兼业型和旅游主导型居民的金融资本显著提高。此外,研究区经济整体增长也带动务工主导型居民的工资收入稳步增长,导致金融资本均高于农渔业主导型居民。社会资本方面,居民的社会资本得分差异较大,旅游主导型居民得分最高,为 0.237,农渔业主导型居民得分最低,分布于 0.057—0.100 之间。表明随着居民向兼农、非农转变,与社会组织联系更紧密,部分旅游等生态产业受政府政策扶持力度更大,拥有的社会资本逐渐提升。

表 5 长岛国家公园创建区社区居民生计资本评价结果

Table 5 Evaluation results of the livelihood capital of community residents in Changdao National Park Creation Area

资本类型 Capital type	农渔业主导型 Fishery-oriented			务工主导型 Worker-oriented	渔业兼业型 Part-time fishery		旅游主导型 Tourism-oriented
	北庄	小钦岛	小黑山	山前	黑石嘴	南隍城	花沟
自然资本 Natural capital	0.143	0.048	0.087	0.021	0.131	0.087	0.060
物质资本 Physical capital	0.083	0.081	0.103	0.123	0.184	0.179	0.141
人力资本 Manpower capital	0.079	0.098	0.118	0.122	0.120	0.131	0.138
金融资本 Financial capital	0.060	0.102	0.105	0.120	0.161	0.173	0.135
社会资本 Social capital	0.057	0.092	0.100	0.172	0.178	0.180	0.237
总计生计资本 Total livelihood capital	0.086	0.095	0.113	0.131	0.163	0.176	0.150

3.2 生态系统服务价值评估

通过生态系统服务价值评估方法计算得出各村落生态系统服务价值(表6),渔业兼业型和农渔业主导型居民所在村落的生态系统供给服务价值显著高于其余村落。其中南隍城村最高,为19855.34万元/a,其次是小钦岛村6046.58万元/a,花沟村最低,为1188.69万元/a,形成差异的主要原因是各村用地用海结构、面积和方式不同。其中,南隍城村海域面积最大,牡蛎、扇贝等海产品产量大,同时四周环海,海岸线蕴藏较高文化服务价值;小钦岛村生态服务总价值居其次,海水养殖规模较大,提供农渔产品价值较高;北庄村拥有大面积林地,有利于提升生态系统固碳释氧、降温增湿、涵养水源等功能,并种植小麦、玉米等经济作物,提供农产品价值较高,其生态服务总价值居第三位;山前村、黑石嘴村和小黑山村、花沟村林地、耕地面积均较少,陆地和海域总面积小,提供的农渔产品价值量有限,草地、林地、园地生态系统的调节功能较低,生态系统服务价值总量较低。

表6 各村落生态系统服务价值
Table 6 Ecosystem Service Value of Each Village

生态系统服务 Ecosystem service		生态系统服务价值 Ecosystem service value/(万元/a)						
		北庄	小钦岛	小黑山	山前	黑石嘴	南隍城	花沟
供给服务 Supply service	提供农渔产品	695.38	4506.00	957.22	153.57	1307.99	11603.00	87.06
	天然生产	162.54	365.73	302.34	65.02	282.82	5685.88	26.01
	蓄积木材	77.94	11.39	15.78	25.51	10.86	19.80	26.85
	基因供给	6.24	14.05	11.61	2.50	10.86	218.43	1.00
调节服务 Adjustment service	固定二氧化碳	720.33	256.89	297.13	503.32	200.84	630.45	124.89
	释放氧气	2228.20	396.94	459.12	1996.95	539.96	973.86	198.86
	增加降雨量	65.15	52.36	72.54	117.28	9.08	91.02	123.42
	调节环境温度	2.93	2.23	0.87	8.02	14.64	18.00	6.69
	固体废弃物降解	21.90	34.51	9.11	23.74	33.81	51.60	9.46
	污水净化	0.71	1.16	0.50	0.67	0.72	1.34	0.19
	涵养水源	1305.86	271.71	334.27	512.84	257.90	408.57	452.63
	娱乐价值	380.75	121.01	139.82	185.32	79.10	160.48	129.32
文化服务 Cultural service	文化价值	6.57	12.60	9.23	9.41	3.02	22.90	2.31
总计 Total		5674.49	6046.58	2609.54	3604.14	2751.60	19885.34	1188.69

3.3 社区居民生计与生态系统服务的耦合协调关系

结合长岛国家公园社区居民生计资本水平和生态系统服务价值,借助耦合协调模型,运用公式7计算出长岛国家公园社区居民生计与生态系统供给服务、文化服务、调节服务的耦合度(C), C 值越大则二者相互作用强度越高;由耦合度通过公式8计算出生计与三种服务的耦合协调度(D),耦合协调度能反映出居民生计与生态系统服务的协调发展水平。再通过公式9计算相对发展度(F),来判断生态系统服务与生计之间的相对发展情况。

3.3.1 社区居民生计与供给服务的耦合协调关系

从生计-供给服务耦合协调关系来看(表7),渔业兼业型与供给服务耦合协调度明显高于务工主导型和旅游主导型,并且渔业兼业型达到协调发展水平,处于初级协调和良好协调阶段,而农渔业主导型、务工主导型和旅游主导型普遍处于严重、中度失调水平。农渔业主导型中,供给服务发展滞后于生计发展,小钦岛村、北庄村居民生计与供给服务的耦合协调度在各村落中较低,分别为0.130、0.169,处于严重失调水平;小黑山村为0.251,处于中度失调水平。这三个村落的居民生计以海水养殖和果树种植为主,直接利用自然资源获取收益,对生态环境的干扰程度更高。旅游主导型生计与供给服务的耦合协调度为0.215,处于中度失调水平,务工主导型生计与供给服务的耦合协调度为0.149,处于严重失调水平。旅游主导型和务工主导型中,供给服务发展均超前于生计发展,原因是这两类居民所进行的生产经营活动对自然资源的直接消耗少,土地、海域等

资源闲置率高,被人为干扰、破坏程度低,使得供给服务价值不断提升。渔业兼业型中,供给服务发展同步于生计发展,且渔业兼业型居民的耦合协调水平最高,黑石嘴村为 0.631,达到初级协调水平;南隍城村为 0.840,达到良好协调水平。渔业兼业型居民生计来源多样,对自然资源粗放利用程度低,生态环境得到有效保护。另一方面,居民通过参与旅游经营,实现生计发展与生态保护的有机结合,拓展了从生态保护中取得经济效益的生计方式。

表 7 长岛国家公园创建区社区居民生计与供给服务的耦合协调发展情况

Table 7 The coupled and coordinated development of livelihoods and supply services for residents of Changdao National Park Creation Area

生计类型 Livelihood type	样本村 Sample village	耦合度 (C) Coupling degree	耦合协调度 (D) Coupling coordination degree	相对发展度 (F) Relative development degree	协调水平 Coordination level	耦合协调发展类型 Coupling coordinated development type
农渔业主导型 Fishery-oriented	北庄	0.697	0.169	0.22	严重失调	严重失调供给服务发展滞后于生计发展
	小钦岛	0.366	0.130	0.37	严重失调	严重失调供给服务发展滞后于生计发展
	小黑山	0.605	0.251	0.55	中度失调	中度失调供给服务发展滞后于生计发展
渔业兼业型 Part-time fishery	黑石嘴	0.795	0.631	0.97	初级协调	初级协调供给服务发展同步于生计发展
	南隍城	0.899	0.840	1.13	良好协调	良好协调供给服务发展同步于生计发展
旅游主导型 Tourism-oriented	花沟	0.319	0.215	2.83	中度失调	中度失调供给服务发展超前于生计发展
务工主导型 Worker-oriented	山前	0.258	0.149	7.11	严重失调	严重失调供给服务发展超前于生计发展

3.3.2 社区居民生计与文化服务的耦合协调关系

从生计-文化服务耦合协调关系来看(表 8),渔业兼业型和旅游主导型对文化服务依赖度更高,所以渔业兼业型和旅游主导型与文化服务的耦合度要高于农渔业主导型和务工主导型。农渔业主导型处于失调水平且文化服务发展超前于生计发展。小黑山村生计与文化服务的耦合协调度最低,为 0.116,处于严重失调水平;小钦岛村为 0.185,处于严重失调水平;北庄村为 0.417,处于濒临失调水平。渔业兼业型中,黑石嘴村旅游

表 8 长岛国家公园创建区社区居民生计与文化服务的耦合协调发展情况

Table 8 The coupled and coordinated development of livelihoods and Cultural Services for Residents of Changdao National Park Creation Area

生计类型 Livelihood type	样本村 Sample village	耦合度 (C) Coupling degree	耦合协调度 (D) Coupling coordination degree	相对发展度 (F) Relative development degree	协调水平 Coordination level	耦合协调发展类型 Coupling coordinated development type
农渔业主导型 Fishery-oriented	北庄	0.454	0.417	3.28	濒临失调	濒临失调文化服务发展超前于生计发展
	小钦岛	0.402	0.185	8.44	严重失调	严重失调文化服务发展超前于生计发展
	小黑山	0.340	0.116	6.05	严重失调	严重失调文化服务发展超前于生计发展
渔业兼业型 Part-time fishery	黑石嘴	0.810	0.631	0.96	初级协调	初级协调文化服务发展同步于生计发展
	南隍城	0.797	0.711	0.83	中级协调	初级协调文化服务发展同步于生计发展
旅游主导型 Tourism-oriented	花沟	0.876	0.813	1.12	良好协调	良好协调文化服务发展同步于生计发展
务工主导型 Worker-oriented	山前	0.496	0.584	4.42	勉强协调	勉强协调文化服务发展超前于生计发展

处于起步阶段,耦合协调度为 0.631,处于初级协调水平。南隍城村耦合协调度为 0.711,呈中级协调水平。总体上渔业兼业型居民收入来源多样,生计水平更高,同时涉及旅游经营,实现了生态系统文化服务的休闲娱乐、游览观光等价值,形成生计与文化服务协调发展的良好局面。务工主导型中,生计与文化服务的耦合协调度为 0.584,处于勉强协调水平,协调程度小于渔业兼业型和旅游主导型居民,文化服务发展超前于生计发展。旅游主导型中,生计与文化服务的耦合协调度最高,为 0.813,达到良好协调水平,文化服务发展同步于生计发展。表明基于长岛国家公园丰富的自然资源发展旅游产业,有助于实现对文化服务的合理利用,提高价值转化率,从而实现“高生计水平,高文化服务”的协调发展。

3.3.3 社区居民生计与调节服务的耦合协调关系

从生计-调节服务的耦合协调关系来看(表 9),农渔业主导型、渔业兼业型、务工主导型居民的生计与调节服务的耦合度差异较小且大部分处于失调水平,仅有旅游主导型的居民生计与调节服务的耦合度较高且达到了中级协调水平,耦合协调度为 0.678。农渔业主导型中,小钦岛村为 0.140,处于严重失调水平;小黑山村为 0.162,处于轻度失调水平;北庄村为 0.255,处于初级协调水平。渔业兼业型中,黑石嘴村为 0.460,处于中级协调水平,南隍城村为 0.353,处于濒临失调水平。务工主导型中,山前村为 0.288,处于中度失调水平。除旅游主导型外,调节服务发展均超前于生计发展,主要原因是长岛国家公园生态环境优良,辽阔的海域带来的调节服务价值更高,但居民现有的生计活动对调节服务的利用程度低,生计资本水平并未随着调节服务价值的增高而提升,因而普遍处于失调水平,调节服务发展超前于生计发展。而旅游主导型的花沟村拥有的海域、陆地面积小,相比其他村落生态系统提供的调节服务价值要较低,居民将部分海域使用权出租给旅游企业,间接实现调节服务价值,使得生计与调节服务呈协调且同步发展状态。

表 9 长岛国家公园创建区社区居民生计与调节服务的耦合协调发展情况

Table 9 The coupled and coordinated development of livelihoods and regulation services for residents of Changdao National Park Creation Area

生计类型 Livelihood type	样本村 Sample village	耦合度(C) Coupling degree	耦合协调度(D) Coupling coordination degree	相对发展度(F) Relative development degree	协调水平 Coordination level	耦合协调发展类型 Coupling coordinated development type
农渔业主导型 Fishery-oriented	北庄	0.389	0.255	8.71	初级协调	初级协调调节服务发展超前于生计发展
	小钦岛	0.409	0.140	9.59	严重失调	严重失调调节服务发展超前于生计发展
	小黑山	0.390	0.162	9.37	轻度失调	轻度失调调节服务发展超前于生计发展
渔业兼业型 Part-time fishery	黑石嘴	0.473	0.460	6.36	中级协调	中级协调调节服务发展超前于生计发展
	南隍城	0.462	0.353	5.56	濒临失调	濒临失调调节服务发展超前于生计发展
旅游主导型 Tourism-oriented	花沟	0.390	0.678	1.15	中级协调	中级协调调节服务发展同步于生计发展
务工主导型 Worker-oriented	山前	0.638	0.288	4.38	中度失调	中度失调调节服务发展超前于生计发展

4 研究结论与建议

4.1 研究结论

本文客观评估长岛国家公园生态系统服务价值与居民生计资本水平,借助耦合协调度模型,量化分析了居民生计与生态系统服务之间的相互关系。最后,基于研究结果提出长岛国家公园创建区社区居民生计与生态系统服务协调发展路径。研究结果表明:①不同类型居民生计资本得分差异较大,渔业兼业型生计资本值最高,旅游主导型居次,务工主导型位列第三,农渔业主导型处于最低水平,且居民生计方式不同,其自然资

本、物质资本、人力资本、金融资本和社会资本结构也呈现一定差异。②研究区内各村落生态系统服务价值总量不同,其中南隍城村最高,为 19855.34 万元/a,其次是小钦岛村 6046.58 万元/a,花沟村最低,为 1188.69 万元/a;渔业兼业型和农渔业主导型居民所在村落的生态系统服务价值显著高于其余类型村落。③在居民生计与生态系统服务的相互作用关系方面,生计-供给服务耦合协调度中,渔业兼业型达到协调发展水平,处于初级协调和良好协调阶段,而农渔业主导型、务工主导型和旅游主导型普遍处于严重、中度失调水平;生计-文化服务耦合协调度中,农渔业主导型处于失调水平,渔业兼业型、旅游主导型、务工主导型均处于协调水平;生计-调节服务的耦合协调度中,旅游主导型达到中级协调发展水平,农渔业主导型、渔业兼业型、务工主导型中,除北庄村和黑石嘴村处于协调状态,其余村落均存在不同程度的失调状况,协调水平有待进一步提高。

4.2 生态系统服务与社区居民生计协调发展建议

4.2.1 农渔业主导型

农渔业主导型居民普遍存在劳动力文化水平低、技能素质低、生计方式粗放等问题,生计与供给、调节和文化服务的耦合协调关系几乎都面临着失调水平,除供给服务发展滞后于生计发展,调节和文化服务发展均超前于生计发展,说明农渔业主导型居民生计方式单一,单纯依靠传统农渔业这一收入来源,从供给服务中获益,对生态环境的影响更大,很难实现生计与生态系统服务的协调发展。对此,农渔业主导型居民应积极转变观念,认识到传统农渔业的局限性,着重提升社会、金融、人力资本,优化生计短板。一方面,积极参加政策技能培训,抓住生态补偿、旅游扶持等政策契机,适当拓展旅游等多元的生计策略,以海域资源、资金、劳动入股旅游合作社,拓宽生计来源。打造休闲农业,实现果园公园化,吸引游客观光采摘,同时还应打造长岛国家公园品牌,将更生态的本地产品与外地产品进行区分,借助网络营销,提升生态产品溢价。小钦岛村和小黑山村可引入与发展海产品加工业,带动农户参与商业经营和务工,增加收入来源,降低生计风险。另一方面,农渔业主导型居民当认识到传统农渔业的局限性,提高对渔业绿色发展的认识,控制捕捞养殖强度,更新改造养殖设施设备,合理搭配养殖品种、结构,形成多品种、立体化的养殖模式,逐步减少对自然资源的粗放利用,进而实现生计改善和生态系统服务功能提升的良性循环。

4.2.2 渔业兼业型

渔业兼业型居民生计与供给服务、文化服务关系基本处于协调且同步发展状态,调节服务超前于生计发展,这种同步协调状态使渔业兼业型居民的生计水平要显著高于其余居民。因此,应积极发挥带头示范效应,着力打造生态产业。一是改进养殖技术、规范养殖模式。优化高耗水高耗能高排污的工业项目,同时要充分考虑海洋生态系统的保护因素,通过削减养殖密度和面积,减少养殖摄食和排污压力,降低病害传染和死亡率,提升海产品个体质量。如长岛国家公园正大力发展立体化养殖,将这一生态养殖模式在全域范围内推广,指导渔业养殖户科学调整养殖结构和布局。二是利用已有的生计资本优势,提升旅游服务质量,改善渔家乐软硬件设施,体现设计特色,满足游客多元需求。丰富海洋旅游形式与内容,在已有的观光游的基础上发展渔俗体验、休闲垂钓、自驾船体验等项目。三是完善生态产品认证。建立长岛国家公园特有的生态品牌体系,对符合生态标准的渔产品贴上生态标签,为公众提供高质量产品的同时,提高渔业产品附加值,带来可观的经济收益。四是通过落实生态补偿制度、发展特色康养产业、开展蓝碳交易等,促进调节服务产品价值实现,弥补居民损失,提高经济收入,实现生态与生计的协调发展。

4.2.3 旅游主导型

旅游主导型居民生计与文化服务、调节服务关系均达到协调且同步发展状态,但与供给服务关系处于中度失调状态,且供给服务发展超前于生计发展。未来发展重点应放在产业升级上,充分发挥长岛国家公园创建区生态旅游和科普教育功能,提供丰富的文化服务产品。结合保护区独特的文化遗产、妈祖文化等资源开发文化旅游产品。基于珍稀生物资源、地质遗迹资源,针对学生、游客等群体,开展科普教育、研学旅游活动。还可将海域使用权以转让、托管、出租等方式流转给旅游企业,由企业进行旅游产品开发,将海域本身的调节服务折算于旅游产品中,通过市场交易获得游客付费,最终实现调节服务价值。此外,长岛国家公园创建区应

积极搭建平台,促进旅游经营者与旅游经营活动不同环节利益主体的合作,并完善特许经营机制。如采用“企业+政府+合作社+居民”的模式开办企业,通过公开招标确定经营主体,对其经营范围、价格等进行监管,并引导居民以海域资源、技能入股,将资源变资产,资产变资本。旅游主导型居民还可利用资源优势,开展生态养殖,增加对供给服务的利用,或在旅游淡季时,外出务工,发展多样化生计策略,提高生计稳定性,实现可持续发展的良性循环。

4.2.4 务工主导型

从本文研究结果可以看出,生计多样化程度越高,越有利于生计与生态系统服务的协调发展。务工主导型居民整体生计水平偏低,收入来源单一,生计与供给服务和调节服务的耦合协调均处于失调水平,与文化服务也处在勉强协调水平,且均超前与生计发展。为此,务工主导型居民可适度提高兼业化程度,依托长岛丰富的生态资源,结合自身高学历、高技能水平,以及对市场趋势、政府政策更了解等优势,尝试参与旅游产业,如从事旅游规划与管理、营销宣传等工作,促进生态系统文化服务价值实现;参与海洋康养度假类旅游项目的开发与管理,将生态系统调节服务提供的环境和气候资源转化为旅游产品,由游客购买获得收益,充分实现调节服务价值。

参考文献 (References):

- [1] 于国旭, 苏红巧, 苏杨. 海洋类型国家公园保护与发展的特殊性 & 绿色发展思路——以长岛国家公园为例. 环境保护, 2023, 51(6): 68-72.
- [2] 段克, 韩立民. 国际海洋保护区发展趋势与中国应对策略. 中国海洋大学学报: 社会科学版, 2022(4): 60-71.
- [3] 王昌海. 农户生态保护态度: 新发现与政策启示. 管理世界, 2014(11): 70-79.
- [4] 邱守明. 国家公园生态旅游发展对农户收入影响的实证研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2018.
- [5] Kamanga P, Vedeld P, Sjaastad E. Forest incomes and rural livelihoods in Chiradzulu District, Malawi. Ecological Economics, 2009, 68(3): 613-624.
- [6] 王梦晗, 王亚楠, 董航宇, 张梦真, 苏明明. 可持续生计视域下国家公园建设与社区可持续发展的关系研究综述. 国家公园(中英文), 2024, 2(7): 465-474.
- [7] Hasan E, Bahauddin K M. Community's perception and involvement in co-management of bhawal National Park, Bangladesh. Journal of Natural Sciences Research, 2014, 4(3): 60-67.
- [8] 尚前浪. 云南边境傣族村寨旅游发展中的生计变迁研究[D]. 昆明: 云南财经大学, 2018.
- [9] Salum L A. Ecotourism and biodiversity conservation in jozani-chwaka Bay National Park, Zanzibar. African Journal of Ecology, 2009, 47(s1): 166-170.
- [10] Coria J, Calfucura E. Ecotourism and the development of indigenous communities: the good, the bad, and the ugly. Ecological Economics, 2012, 73: 47-55.
- [11] 包战雄, 袁书琪. 旅游发展、生态保护与社区生计关系研究进展. 亚热带资源与环境学报, 2017, 12(4): 49-57.
- [12] LeClerq A T, Gore M L, Lopez M C, Kerr J M. Local perceptions of conservation objectives in an alternative livelihoods program outside Bardia National Park, Nepal. Conservation Science and Practice, 2019, 1(12): e131.
- [13] 王佳宇, 陈海, 黄娇, 张杰. 黄土丘陵沟壑区农户生计资本对农户福祉的影响及其群体差异研究. 西北大学学报: 自然科学版, 2024, 54(2): 263-276.
- [14] 万艾琳, 庄天慧, 杨浩. 共同富裕视域下生计资本对农民“三感”的影响. 世界农业, 2024(1): 92-103.
- [15] 赵文娟, 杨世龙, 王潇. 基于 Logistic 回归模型的生计资本与生计策略研究——以云南新平县干热河谷傣族地区为例. 资源科学, 2016, 38(1): 136-143.
- [16] 巫祖贤, 杨春, 姚凯文, 张玮玮. 基于 AHP-TOPSIS 法的水库移民生计资本及生计稳定性研究. 中国农村水利水电, 2024(8): 241-247, 254.
- [17] 冀县卿, 王琢, 沈晓敏. 土地流转能够降低农户相对贫困脆弱性吗——基于 CFPS 微观面板数据的实证分析. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2024, 25(1): 25-34.
- [18] 项慧燕, 何峰, 周国华, 邹明霞. 传统村落旅游地农户可持续生计评价及实证研究——以湖南省郴州市 4 个典型传统村落为例. 地理科学进展, 2023, 42(5): 884-897.
- [19] 苏芳, 蒲欣冬, 徐中民, 王立安. 生计资本与生计策略关系研究——以张掖市甘州区为例. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(6):

- 119-125.
- [20] 许汉石, 乐章. 生计资本、生计风险与农户的生计策略. 农业经济问题, 2012, 33(10): 100-105.
- [21] 全华, 冯晓, 史兴民. 朱鹮自然保护区农户生计资本与生计策略研究. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2024, 48(5): 519-529.
- [22] 胡继然, 姚娟. 牧户多样化生计与草地生态系统服务的依赖关系: 以喀拉峻天山世界自然遗产地为例. 草业科学, 2020, 37(4): 800-811.
- [23] 苏芳, 王坤, 刘钰. 生态系统服务对生计资本的影响研究——基于生态补偿政策的调节作用. 资源开发与市场, 2023, 39(12): 1607-1618.
- [24] Yang W, Dietz T, Kramer D B, Chen X D, Liu J G. Going beyond the millennium ecosystem assessment: an index system of human well-being. PLoS One, 2013, 8(5): e64582.
- [25] 张成虎, 刘菊, 苏宏新, 廖南燕, 陈明煜. 自然保护区农户生态系统服务依赖度及其影响因素研究——基于形成型指标的结构方程模型分析. 生态学报, 2024, 44(17): 1-14.
- [26] 李淑娟, 穆淑慧, 隋玉正, 张朝晖. 海洋保护地社区多元化生计与生态系统服务的依赖关系. 生态学报, 2024, 44(8): 3157-3171.
- [27] 张清, 付晖. 社区居民对国家公园建设的感知意愿——以海南热带雨林国家公园黎母山片区为例. 国家公园(中英文), 2024, 2(7): 456-464.
- [28] 陈强强, 杨凌, 郝旭然. 甘南黄河水源补给区生态系统服务与农户生计耦合协调分析. 草地学报, 2023, 31(8): 2471-2480.
- [29] 李佳桐, 唐海萍, 邝佛缘. 国家公园生态系统服务与农牧户福祉的时空耦合分析——以祁连山国家公园为例. 生态学报, 2024, 44(15): 1-13.
- [30] 马随随, 张华兵, 王清. 生态系统服务与农户生计的时空耦合关系研究——以里下河地区为例. 中国农业资源与区划, 2023, 44(3): 79-88.
- [31] 白杨, 欧阳志云, 郑华, 徐卫华, 江波, 方瑜. 海河流域森林生态系统服务功能评估. 生态学报, 2011, 31(7): 2029-2039.
- [32] 郑伟. 海洋生态系统服务及其价值评估应用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.
- [33] Costanza R, de Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, Anderson S J, Kubiszewski I, Farber S, Turner R K. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change, 2014, 26: 152-158.
- [34] 王玉涛, 郭卫华, 刘建, 王淑军, 王琦, 王仁卿. 昆崙山自然保护区生态系统服务功能价值评估. 生态学报, 2009, 29(1): 523-531.
- [35] de Groot R S, Wilson M A, Boumans R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics, 2002, 41(3): 393-408.
- [36] 李屹峰, 罗跃初, 刘纲, 欧阳志云, 郑华. 土地利用变化对生态系统服务功能的影响——以密云水库流域为例. 生态学报, 2013, 33(3): 726-736.
- [37] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [38] 涂克环. 宁波防护林带生态系统服务功能定量分析与价值评估[D]. 上海: 华东师范大学, 2015.
- [39] Burnley S J. A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom. Waste Management, 2007, 27(10): 1274-1285.
- [40] 胡有宁. 延安城市森林生态系统服务功能价值评估[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [41] 肖笃宁, 裴铁凡, 赵羿. 辽河三角洲湿地景观的水文调节与防洪功能. 湿地科学, 2003, 1(1): 21-25.
- [42] 石洪华, 郑伟, 丁德文, 吕吉斌. 典型海岛生态系统服务及价值评估. 海洋环境科学, 2009, 28(6): 743-748.
- [43] 刘小波, 王玉宽, 李明, 刘勤, 张宇欣, 祝愿媛. 典型山区农户生计策略与土地“三生”功能耦合协调度分析. 山地学报, 2020, 38(4): 596-607.
- [44] 段小红, 杨岩岩. 不同生计模式下六盘山区易地扶贫搬迁移民生计资本耦合协调研究——以甘肃省古浪县为例. 中国农业资源与区划, 2022, 43(7): 164-171.
- [45] 周升强, 赵凯. 北方农牧交错区农牧民生计资本与生计稳定性的耦合协调分析——以宁夏盐池县与内蒙古鄂托克旗为例. 干旱区资源与环境, 2022, 36(2): 9-15.
- [46] 龙启霞. 基于生计视角的生态系统服务与居民福祉协同发展研究——以施秉喀斯特世界遗产为例[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2023.