

中国海岛型旅游目的地生态安全综合评价与障碍因素研究

李梦程^{1,2}, 李世泰², 王成新¹, 秦伟山^{2,3}, 孙剑锋²

(1. 山东师范大学 地理与环境学院, 山东 济南 250358; 2. 鲁东大学 资源与环境工程学院, 山东 烟台 264025; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 从可持续发展的视角, 基于驱动力-压力-状态-影响-响应的 DPSIR 模型构建了海岛型旅游目的地的生态安全评价体系, 选取中国 12 个县级地域单元的海岛作为研究区, 通过 TOPSIS 模型对其 2018 年的生态安全水平进行测度, 并根据其贴近度指数划分为不安全、较不安全、比较安全、安全 4 个等级, 引用障碍度模型对影响海岛型旅游目的地的生态安全的障碍因素进行诊断分析。结果表明: (1) 洞头区、崇明区、定海区的生态安全等级为不安全; 平潭县、嵊泗县、普陀区、玉环市和南澳县为较不安全; 长岛县和岱山县为较安全; 长海县和东山县为安全状态, 研究区内海岛型旅游目的地的生态安全面临着较大威胁。(2) 压力系统中海岛脆弱性和响应系统中生态保护力度是生态安全水平提升的主要障碍因素, 而自然灾害对海岛的损害、环保资金支持力度不足以及有限的海岛空间承载量又是其中最关键的因素。基于障碍因素的诊断, 提出了生态安全水平提升的策略, 为保障我国海岛的生态安全提供实证参考。

关键词: 海岛型旅游目的地; 生态安全; DPSIR 模型; 综合评价; 障碍因素

中图分类号: X826 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2020)05-0076-11

DOI: 10.11759/hyxx20190819002

海陆系统耦合是实现海陆经济协调有效推进的重要战略前提, 也是实现人海关系可持续发展的基本要求^[1]。自党的十八大提出“建设海洋强国”战略目标以来, 我国海洋经济发展迅速^[2], 特别是随着渔业在我国海岛产业结构中的地位逐渐下降, 旅游业在众多海岛中的地位愈发重要, 近年来发展旅游成为海岛产业转型的重要途径。但由于海岛在地理位置上较为孤立、生态环境承载力有限、生态脆弱等独特性, 导致海岛旅游的开发不可避免地带来了一系列的负面环境问题, 海岛旅游与生态环境之间的矛盾也愈发尖锐^[3], 生态安全问题随之引起了国内外学者们的高度重视。

近几年国外学者在旅游目的地生态安全的研究中, 主要集中在旅游对生态环境造成的影响、旅游环境敏感性、旅游生态环境承载力以及旅游环境公共管理制度等方面^[4-7], 关于旅游目的地生态安全水平的定量测度研究较少; 国内学者在旅游目的地生态安全的研究区域上, 多为微观尺度的旅游景区、中小尺度的市域和省域范围以及全国的大尺度范围; 在研究内容上, 主要是对生态安全的测度评价、时空格局、障碍因子、预警机制等的研究^[8-13]。根据已有的研究成果发现, 学者们对海岛型旅游目的地生态安

全的研究较少, 并且尚未在全国层面上对海岛型旅游目的地的生态安全进行定量评价分析。因此, 本研究参考了鲍青青和刘胜峰等人构建的喀斯特旅游目的地生态安全评价体系^[9]、周彬和钟林生等人构建的浙江省旅游生态安全评价体系^[11]以及李细归和吴清等人构建的中国各省旅游生态安全评价体系的相关文献内容^[13], 从可持续发展的角度, 结合 DPSIR 模型中的驱动力系统、压力系统、状态系统、影响系统和响应系统构建了海岛型旅游目的地的生态安全评价体系, 在宏观上对我国海岛型旅游目的地的生态安全水平和障碍因素进行分析, 从而丰富生态安全的研究内容, 为推进海岛型旅游目的地的可持续发展和我国海洋生态文明建设提供理论与实践指导。

收稿日期: 2019-08-19; 修回日期: 2019-10-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41501129, 41371170); 山东省软科学研究计划项目(2017RKB01079)

[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41501129, No. 41371170; Soft Science Research Program Project of Shandong Province, No. 2017RKB01079]

作者简介: 李梦程(1990-), 女, 山东威海人, 博士研究生, 研究方向为海岛经济与区域发展, E-mail: mclisd@163.com; 王成新(1971-), 通信作者, 男, 山东泰安人, 教授, 博士生导师, 研究方向为区域发展与城市规划, E-mail: 404122665@qq.com

1 研究区概况与评价体系构建

1.1 研究区概况

我国拥有大大小小的海岛共计 11 000 多个, 分别位于渤海、黄海、东海和南海 4 个海域, 海岛总面积约占我国陆地总面积的 0.8%^[14]。在这些海岛中, 以省为单位的海岛有台湾岛和海南岛; 三沙市是市级地域单元的海岛; 长海县、长岛县、崇明区、嵊泗县、岱山县、普陀区、定海区、玉环市、洞头区、平潭县、东山县、南澳县、澎湖县、金门县为县级地域单元的海岛^[15]。由于我国各海岛面积大小不一, 所处的地理位置也不相同, 社会经济水平、旅游资源状况和生态环境等方面都存在着明显差异, 在我国海岛的行政区划中, 只有县级地域单元的海岛自北向南位列于我国的 4 个海域当中, 并且县级行政单元历来是我国的基本行政单元, 在一定程度上可以代表海岛型旅游目的地的基本状况; 自 20 世纪 80 年代后期以来, 我国各县域海岛型旅游目的地开始迅速发展, 尤其是近年来渔家乐又成为吸引游客上岛的重要引爆点, 这对我我国海岛型旅游目的地的生态安全研究具有一定的代表性。因此, 基于研究的可行性、区域的可比性以及数据的可获取性, 本研究选取除金门和澎湖 2 县之外的 12 个县级地域单元的海岛型旅游目的地作为研究区^[15-16]。

1.2 基于 DPSIR 模型构建评价体系

1.2.1 评价体系构建思路

生态安全指在一定的时空范围内, 通过对人类生产、生活和生态的“三生空间”进行有效管理, 使生态系统具有结构的相对稳定性和功能的多样性, 为人类发展提供丰富的物质资源与和谐的空间环境, 实现人与自然的可持续发展。

1998 年欧洲环境署首次提出 DPSIR 模型, 该模型是依据 PSR 和 DSR 模型建立起来的^[17], 其中, D(Driving force)为驱动力系统、P(Pressure)为压力系统、S(State)为状态系统、I(Impact)为影响系统、R(Response)为响应系统。DPSIR 模型通过潜在、直接、再次和倒逼作用依次递进, 响应系统对各子系统进行反馈, 表现为增强驱动力、减轻压力、优化状态和平衡影响, 能够较系统全面地反映人类活动与生态环境之间的因果作用关系, 被广泛应用于生态安全的研究当中^[18]。在各子系统中: 驱动力指社会、经济发展对生态环境的潜在干扰; 压力指在驱动力

干扰下生态环境所承受的压力, 是生态环境变化的直接原因; 状态指生态环境在驱动力和压力作用下所呈现的变化; 影响指驱动力、压力和状态的变化对生态环境产生的影响; 响应指人类为减少负面影响所采取的措施^[19-20]。

海岛型旅游目的地是在自然资源、社会、经济和环境共同作用下形成的一个复合的可持续发展的生态系统, 海岛的生态安全是保障旅游地生态系统正常发挥旅游服务功能的基础, 也是海岛型旅游目的地可持续发展的一个重要前提^[21]。本研究基于 DPSIR 模型的基本原理, 建立了海岛型旅游目的地生态安全评价框架模型(图 1)。其构建的基本思路为: 海岛社会经济发展及旅游资源吸引游客产生旅游动机进行旅游活动, 这一驱动对生态环境带来了一定的干扰, 与之相对的海岛脆弱性和有限的空间承载量, 对生态安全造成了直接压力, 导致生态安全状态发生改变, 即自然资源和旅游接待情况产生变化, 状态的改变对海岛的旅游经济和环境质量产生了影响, 最终政府等组织部门通过财政支持或出台相应政策做出直接或间接的响应, 这一响应又反作用于驱动力、压力、状态和影响系统^[18], 达到各系统之间相互协调与平衡。

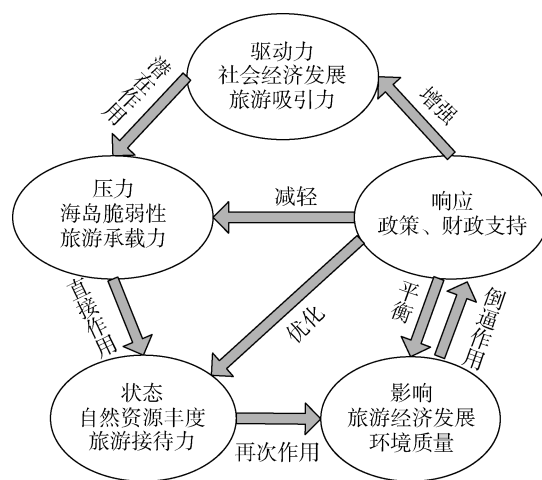


图 1 海岛型旅游目的地生态安全的 DPSIR 框架模型图
Fig. 1 DPSIR framework model map of island-type tourism destination ecological security

1.2.2 构建评价体系

本研究在已有研究成果的基础上^[20-25], 从可持续发展的角度构建了包含 5 项系统层指标、10 项要素层指标和 36 项单体指标的海岛型旅游目的地生态安全评价体系(表 1)。

表 1 基于 DPSIR 模型的海岛型旅游目的地生态安全评价体系

Tab. 1 Island-type tourism destination ecological security evaluation system based on DPSIR model

系统层	要素层	指标层	单位	性质	权重
驱动力(A_1)	海岛社会经济发展(B_1)	人均 GDP(C_1)	元	负向	0.036 2
		居民人均可支配收入(C_2)	元	负向	0.010 4
		人口自然增长率(C_3)	%	负向	0.045 2
		城镇化水平(C_4)	%	负向	0.001 2
	海岛旅游吸引力(B_2)	A 级以上旅游景点数(C_5)	个	负向	0.024 9
		非物质文化遗产数量(C_6)	个	负向	0.055 9
		地理标志产品数量(C_7)	个	负向	0.024 1
压力(A_2)	海岛自然脆弱性(B_3)	海岛距大陆最近距离(C_8)	km	负向	0.013 2
		海岛平均坡度(C_9)	°	负向	0.007 9
		海岛陆海面积系数(C_{10})	%	正向	0.058 5
		自然灾害受灾程度(C_{11})	%	负向	0.101 0
	海岛旅游承载力(B_4)	人口密度(C_{12})	人/km ²	负向	0.003 3
		旅游空间密度(C_{13})	人/km ²	负向	0.058 7
		游客平均日客流量(C_{14})	人	负向	0.024 9
		旅游季节性指数(C_{15})	—	正向	0.002 9
状态(A_3)	海岛自然资源丰度(B_5)	人均海域面积(C_{16})	km ²	正向	0.057 3
		人均海岸线长度(C_{17})	km	正向	0.024 3
		人均可利用土地面积(C_{18})	km ²	正向	0.003 3
	海岛旅游接待力(B_6)	酒店接待游客能力(C_{19})	个	负向	0.034 9
		旅行社服务能力(C_{20})	个	负向	0.046 3
		公路路网密度(C_{21})	km/100km ²	负向	0.004 7
	影响(A_4)	海岛旅游经济发展(B_7)	旅游业占 GDP 比重(C_{22})	%	正向
旅游经济密度(C_{23})			万元/ km ²	正向	0.034 4
居民人均旅游收入(C_{24})			元	正向	0.030 6
住宿餐饮营业收入占旅游总收入比重(C_{25})			%	正向	0.027 6
海岛环境质量(B_8)		固体废物排放量(C_{26})	t	负向	0.072 2
		近岸海域水质达标率(C_{27})	%	正向	0.019 1
		AQI 优良率(C_{28})	%	正向	0.000 2
		森林覆盖率(C_{29})	%	正向	0.003 4
响应(A_5)		海岛文旅建设力(B_9)	文化建设支出比(C_{30})	%	正向
	第三产业投资力度(C_{31})		%	正向	0.006 4
	旅游管理服务支出比(C_{32})		%	正向	0.012 0
	海岛环境保护力(B_{10})	美丽海岛环境投资力(C_{33})	%	正向	0.061 6
		节能环保支出比(C_{34})	%	正向	0.064 8
		垃圾无害化处理率(C_{35})	%	正向	0.000 2
		污水处理率(C_{36})	%	正向	0.000 2

注: C_8 是借助 ArcGIS 软件 Spatial Analyst 工具的距离分析模块, 首先计算海岛至大陆的欧氏距离, 而后将其属性值提取到县政府, 得到各海岛到大陆的最近距离^[26]。 C_9 是运用 ArcGIS 软件 Spatial Analyst 工具的表面分析模块, 首先加载海岛等高线数据生成 DEM 栅格表, 再运行 Slope 命令提取海岛坡度后进行重分类, 然后计算各海岛的平均坡度^[27]。 C_{11} 是政府对海岛因发生人力不可抗拒的自然灾害产生的损失所必须投入的财政支出。旅游季节性是指旅游在时间上存在不均衡性, 季节性比率是游客量最大月占年游客量均值之比, 其倒数称为旅游季节性指标(C_{15}), 指数值越小, 表明游览时间分布越不均衡, 反之则越均衡^[28]。 C_{19} 是依据携程网中所提供的酒店数来进行统计。“—”表示无单位

驱动力系统: 旅游吸引力是激发游客前往海岛型旅游目的地的主要动机, 是造成海岛压力、状态、影响和响应系统发生变化的主要驱动要素; 海岛社

会经济的发展也对生态安全带来了一定的干扰。压力系统: 海岛的自然脆弱性加之驱动力系统的共同作用, 形成海岛旅游承载的压力, 强化了对生态安

全的干扰,其中海岛旅游的承载力主要从时间(旅游季节性指数、游客平均日客流量)和空间(旅游空间密度、人口密度)上来表征的;海岛的自然脆弱性主要从海岛生态系统结构的特殊性(海岛距大陆最近距离、海岛平均坡度、海岛陆海面积系数)以及海岛受外界影响程度(自然灾害受灾程度)来表征。状态系统:驱动力与压力的共同干扰导致海岛自然资源状态(人均海域面积、人均海岸线长度、人均可利用土地面积)和旅游接待状态(酒店接待游客能力、旅行社服务能力、公路路网密度)发生改变。影响系统:旅游活动产生的影响具体来讲是旅游经济收入和生态环境质量的变化。响应系统:基于海岛型旅游目的地生态安全的负面影响,除了要加强环境保护的资金、政策等的投入力度之外,还包括海岛文化旅游的建设能力(文化建设支出比、第三产业投资力度、旅游管理服务支出比),提升居民和游客的文化素养,加强旅游服务质量的管理培训,对生态安全水平的提升具有积极作用,本研究用文化建设支出比、旅游管理服务支出比、第三产业投资力度来表征海岛文旅建设的响应能力。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

基于数据的实时性、连贯性和可获取性,选取研究区 2018 年的数据进行定量分析。其主要来源于 2018 年各海岛县(区)国民经济和社会发展统计公报,部分环境相关据来源于《2018 年中国海洋生态环境状况公报》(<https://www.nengapp.com/news/detail/3069888>)和各海岛县(区)的政府官网、环境保护局官网,网站数据主要来源于中国非物质文化遗产网、中国文物网、旅游政务网及携程网的相关数据。

2.2 研究方法

2.2.1 TOPSIS 模型

本研究首先选用熵值法对指标权重进行测算^[29-30]。TOPSIS 模型又称逼近理想解排序法,其原理是通过检验评价对象与理想目标的接近程度,找出评价中的最优解和最劣解,然后分别计算评价对象与正负理想解的距离,从而获得评价对象与理想解的贴近度指数,来确定评价水平的高低。该法应用对象广泛,原始数据能够得到充分利用^[20, 31-34]。因此,选用 TOPSIS 模型对生态安全的贴近度指数进行测度,其计算步骤为:

(1) 建立加权决策矩阵

$$Q_{ij} = W_j Y_{ij}, \quad (1)$$

式中, $i=1, 2, 3, \dots, n$; $j=1, 2, 3, \dots, m$; i 为 12 个研究区; j 为 36 个单项指标; Y_{ij} 为数据标准化后数值; W_j 为指标权重; Q_{ij} 为标准化后指标矩阵数值。

(2) 确定正负理想解

$$Q_{ij}^+ = \{\max Q_{ij}, i=1,2,3,\dots, n\} = \{Q_1^+, Q_2^+, Q_3^+, \dots, Q_n^+\}, \quad (2)$$

$$Q_{ij}^- = \{\min Q_{ij}, i=1,2,3,\dots, n\} = \{Q_1^-, Q_2^-, Q_3^-, \dots, Q_n^-\}, \quad (3)$$

(3) 计算各评价对象与正负理想解的距离

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_{ij}^+ - Q_{ij})^2}, \quad (4)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_{ij}^- - Q_{ij})^2}, \quad (5)$$

式中, n 为样本个数, m 为指标数量, D_i^+ 为评价对象与正理想解的距离, D_i^- 为评价对象与负理想解的距离。

(4) 计算评价对象与理想解的贴近度

$$T_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-), \quad (6)$$

式中, T_i 为旅游生态安全贴近度指数,其取值为 (0,1], T_i 值越大,表明评价对象距正理想解的距离越近,旅游生态环境的安全度越高,反之,则越低^[22]。

2.2.2 障碍度模型

在计算出各海岛县(区)的生态安全指数后,需要对各项指标进行更深层次的分析,通过构建障碍度模型,以明确制约海岛型旅游目的地生态安全水平提升的障碍因素^[20],其公式为:

$$I_{ij} = 1 - Y_{ij}, \quad (7)$$

$$h_j = \left(F_j I_{ij} / \sum_{j=1}^m F_j I_{ij} \right) \times 100\%, \quad (8)$$

$$H_j = \sum h_j, \quad (9)$$

式中, Y_{ij} 为指标标准值; I_{ij} 为指标偏离度,即单项指标与生态安全目标间的差距; F_j 为因子贡献度,即单项指标对生态安全目标的权重; h_j 、 H_j 为指标层指标与要素层指标对生态安全的障碍度^[34]。

3 研究结果与分析

3.1 海岛型旅游目的地生态安全评价结果分析

基于海岛型旅游目的地生态安全评价体系,通

过对各单项指标数据的收集、整理后,利用 TOPSIS 模型测算出 12 个海岛县(区)DPSIR 模型中驱动力、

压力、状态、影响和响应 5 个子系统以及综合生态安全贴近度指数(表 2)。

表 2 海岛型旅游目的地生态安全综合评价结果

Tab. 2 Comprehensive evaluation results of ecological security of island-type tourism destination

研究区	$T_{\text{驱动力}}$	$T_{\text{压力}}$	$T_{\text{状态}}$	$T_{\text{影响}}$	$T_{\text{响应}}$	$T_{\text{综合}}$
长海县	0.322 4	0.207 3	0.454 2	0.207 2	0.243 6	0.291 6
长岛县	0.119 4	0.064 5	0.309 3	0.324 9	0.391 9	0.279 6
崇明区	0.144 1	0.312 5	0.171 4	0.038 7	0.104 6	0.181 6
嵊泗县	0.255 1	0.053 0	0.265 4	0.388 4	0.073 4	0.249 6
岱山县	0.351 2	0.229 5	0.332 5	0.215 8	0.112 0	0.261 1
普陀区	0.113 5	0.095 7	0.131 2	0.426 0	0.133 0	0.244 8
定海区	0.174 2	0.295 4	0.101 6	0.106 3	0.045 1	0.188 7
玉环市	0.324 6	0.206 8	0.321 6	0.159 0	0.102 8	0.243 4
洞头区	0.207 6	0.285 3	0.139 3	0.191 3	0.093 2	0.205 2
平潭县	0.430 3	0.200 5	0.116 2	0.195 8	0.177 1	0.256 2
东山县	0.267 7	0.338 8	0.173 0	0.388 1	0.161 6	0.291 0
南澳县	0.297 6	0.051 2	0.113 4	0.313 1	0.064 6	0.212 7

基于评价结果,对生态安全贴近度指数采取进一步的等级评定,但目前并没有海岛型旅游目的地生态安全等级划分的统一标准。因此,在参考相关研

究成果的基础上^[15, 22],依据自然断裂点法将 12 个海岛县(区)的生态安全划分为不安全、较不安全、较安全和安全 4 个等级(表 3)。

表 3 海岛型旅游目的地生态安全等级评定结果

Tab. 3 Assessment results of ecological safety grade of island-type tourism destination

生态安全等级	A_1 等级分布	A_2 等级分布	A_3 等级分布	A_4 等级分布	A_5 等级分布	综合等级分布
一级(不安全)	崇明区	普陀区	平潭县	崇明区	定海区	洞头区
	长岛县	长岛县	南澳县		南澳县	定海区
	普陀区	嵊泗县	定海区			崇明区
		南澳县				
二级(较不安全)	东山县	岱山县	东山县	岱山县	岱山县	平潭县
	嵊泗县	长海县	崇明区	长海县	崇明区	嵊泗县
	洞头区	玉环市	洞头区	平潭县	玉环市	普陀区
	定海区	平潭县	普陀区	洞头区	洞头区	玉环市
				玉环县	嵊泗县	南澳县
				定海区		
三级(较安全)	岱山县	定海区	岱山县	嵊泗县	平潭县	长岛县
	玉环市	洞头区	玉环市	东山县	东山县	岱山县
	长海县		长岛县	长岛县	普陀区	
	南澳县		嵊泗县	南澳县		
四级(安全)	平潭县	东山县	长海县	普陀区	长岛县	长海县
		崇明区			长海县	东山县

3.1.1 生态安全总体评价

从生态安全水平看,整体上中国 12 个海岛县(区)的生态安全综合贴近度指数较小,最大贴近度指数也

仅为 0.291 6,与负理想解的目标距离远大于与正理想解的目标距离,生态安全水平较低。其中,长海县的生态安全指数与正理想解的贴近度最高;东山县的生态

安全贴近度指数为 0.291 0, 生态安全水平次之; 长岛县的生态安全贴近度指数为 0.279 6, 位列第三。生态安全贴近度指数与负理想解距离最近的为崇明区, 其贴近度指数为 0.181 6, 是生态安全水平最低的地区。

从生态安全等级看, 洞头区、定海区和崇明区生态安全等级为不安全; 平潭县、嵊泗县、普陀区、玉环市和南澳县生态安全等级为较不安全, 长岛县和岱山县生态安全等级为较安全, 长海县和东山县生态安全等级为安全。生态安全等级处于“安全”和“较安全”状态的海岛县(区)的数量, 占总数的 16.67%; 超过 66.67%的海岛县(区)处于“较不安全”和“不安全”状态, 12 个研究区内的生态安全状态并不理想。

3.1.2 DPSIR 模型中各系统生态安全评价

驱动力系统层面, 平潭为安全状态, 岱山、玉环、长海、南澳为较安全状态, 生态安全贴近度指数较高, 说明这些地区生态环境受驱动力的潜在作用较小; 而普陀、崇明、长岛、东山、嵊泗、洞头和定海受到的潜在作用较大。压力系统层面, 东山和崇明为安全状态, 定海和洞头为较安全状态, 说明在驱动力干扰下生态环境的压力较小; 而普陀、长岛、嵊泗、南澳、岱山、长海、玉环和平潭在驱动力的干扰下生态环境的压力较大。状态系统层面, 长海、岱山、玉环、长岛和嵊泗的生态安全贴近度指数较高, 说明驱动力和压力系统对生态安全状态系统产生的变化利于生态安全水平的提升; 而平潭、南澳、定海、东山、崇明、洞头和普陀的驱动力和压力系统对生态安全状态产生的变化不利于生态安全水平的提升。影响系统层面, 普陀为安全状态, 嵊泗、东山、长岛、南澳为较安全状态, 说明驱动力、压力和状态系统的变化产生的影

响对其生态安全的正面影响较大, 而对岱山、长海、平潭、洞头、玉环、定海和崇明的负面影响较大。响应系统层面, 长岛和长海为安全状态, 平潭、东山和普陀为较安全状态, 说明这四个地区对负面影响所采取的响应力度较大, 而岱山、崇明、玉环、洞头、嵊泗、定海和南澳的响应措施投入力度较小(图 2)。

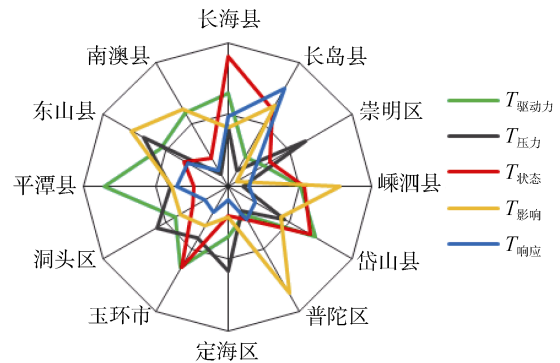


图 2 DPSIR 模型中海岛型旅游目的地生态安全水平雷达图
Fig.2 Radar map of ecological safety index of island-type tourism destination in DPSIR model

3.2 海岛型旅游目的地生态安全障碍因素分析

通过 TOPSIS 模型对生态安全水平的测算可知, 研究区内的生态安全状态并不理想。因此, 需要进一步明确造成海岛型旅游目的地生态安全状态不理想的主要因素, 从而提出具有针对性的策略。

3.2.1 要素层障碍因素分析

基于障碍度模型对海岛型旅游目的地生态安全评价体系中要素层指标的障碍度进行测算, 具体结果见表 4 所示。

表 4 海岛型旅游目的地生态安全要素层指标障碍度

Tab. 4 Obstacle degree of indicators in element level of island-type tourism destination

研究区	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}
长海县	5.532 2	11.957 0	23.511 0	6.861 2	3.155 7	4.147 0	16.472 6	8.109 7	5.690 1	14.563 5
长岛县	11.908 4	11.726 3	26.307 1	11.953 7	1.829 6	11.433 3	9.267 3	3.872 3	5.846 3	5.855 6
崇明区	6.194 1	15.095 3	6.158 5	8.279 6	12.433 8	5.027 1	20.313 8	13.571 7	4.933 7	7.992 4
嵊泗县	10.705 2	6.173 9	25.129 8	11.734 1	4.017 0	11.390 7	6.354 9	5.270 5	4.272 2	14.951 6
岱山县	7.385 7	10.475 1	19.349 2	9.114 0	7.557 0	7.200 3	11.878 7	10.819 2	3.358 1	12.862 7
普陀区	10.147 2	12.867 1	21.657 6	10.937 1	9.179 7	10.351 0	0.576 3	11.675 2	2.078 7	10.530 2
定海区	10.397 7	9.198 2	13.469 9	10.086 3	10.157 7	8.657 4	10.768 0	11.587 9	2.595 5	13.081 4
玉环市	6.404 3	11.426 4	18.307 9	10.060 9	10.199 3	5.487 6	13.174 6	10.246 6	3.416 4	11.276 0
洞头区	11.278 9	7.805 1	23.896 6	3.313 8	8.674 6	9.189 1	10.971 0	10.555 4	1.396 7	12.918 7
平潭县	9.349 6	5.516 8	20.271 7	8.287 1	9.433 1	9.377 6	14.522 5	9.824 4	1.337 5	12.079 7
东山县	9.518 9	10.126 0	17.561 9	9.185 3	9.323 5	8.749 0	12.337 1	8.201 3	3.388 0	11.609 0
南澳县	9.276 7	1.804 4	24.183 6	11.182 0	8.834 2	10.060 5	13.995 5	0.334 0	5.479 0	14.850 2

由表 4 可知,长海、玉环、平潭和东山这些地区,导致生态安全状态不理想的最大障碍因素是海岛脆弱性和旅游经济发展,它们相较其他地区旅游发展较缓慢,旅游总收入不高,旅游活动对生态环境的潜在干扰和影响作用较小,这也是其生态安全等级相对较高的原因。海岛自身脆弱性和生态保护力度不足是影响嵊泗、岱山、定海、洞头和南澳这些地区生态安全水平不高的主要障碍因素。

除此之外,长岛县生态安全障碍度最大的因素为海岛脆弱性,其次为旅游承载力,但生态保护力度在 12 个海岛县(区)中的障碍最小,长岛自被设立为海洋生态文明综合试验区之后,生态环境的保护更是上升到省级战略,海岛环境较为优良,对其生态安全水平的提升具有重要贡献,但长岛的岛屿面积在各研究区中最小,每年上岛游客数量却远远超过了海岛的环境承载力,导致海岛脆弱性和旅游承载的压力对其生态安全的障碍度大。崇明区生态安全障碍度最大的因素为旅游经济发展,其次为旅游吸引力,崇明区的 3 个岛屿均为长江三角洲冲积岛,岛屿与陆地的联系度高,大陆性特征明显,岛屿的自然脆弱性低,但又因其与陆地的联系度高,交通通达性较强,又靠近长江三角洲地区经济基础良好,致使其旅游吸引力强,驱动着游客产生旅游动机并前往开展旅游活动,对生态安全的干扰和影响作用大,导致岛屿的资源丰度和生态环境质量下降。普陀区的生态安全障碍因素最大的是海岛脆弱性,其次为旅游吸引力,再次为环境质量;普陀区旅游资源丰富,知名度高,对游客的吸引力大,这加剧了对生态安全的干扰程度同时也降低了海岛的环境质量。

总体上看,压力系统中的海岛脆弱性和响应系统中的生态保护力度是制约海岛型旅游目的地生态安全水平提升的主要障碍因素,促进海岛型旅游目的地的可持续发展需要着重从压力和响应两个系统入手,但同时也要重视驱动力、状态和影响系统之间的相互协调与平衡。

3.2.2 指标层障碍因素分析

在明确影响生态安全的主要障碍因素后需深入剖析其关键的障碍指标,但由于生态安全评价体系中的指标较多,因此以各地区排名前 10 位障碍指标的出现频率进行统计^[35](表 5)。

由表 5 可知,12 个海岛县(区)的生态安全障碍指标出现频率在 60% 以上的主要有 10 项,自然灾害受灾程度、节能环保支出比、海岛陆海面积系数和美丽

表 5 海岛型旅游目的地生态安全指标层障碍因子频率表
Tab. 5 Frequency table of obstacles in the index layer of island-type tourism destination

障碍因子	频次/次	频率/%	排序
C_{11}	11	91.67	1
C_{10}	11	91.67	1
C_{34}	11	91.67	1
C_{33}	11	91.67	1
C_{13}	10	83.33	2
C_{16}	10	83.33	2
C_{20}	10	83.33	2
C_{26}	10	83.33	2
C_{19}	9	75.00	3
C_{14}	9	75.00	3
C_6	6	50.00	4
C_3	5	41.67	5
C_1	4	33.33	6
C_{23}	2	16.67	7
C_{25}	1	8.33	8

海岛环境投资力度的出现频率最高,约为 91.67%;其次是旅游空间密度、人均海域面积、固体废物排放量和旅行社接待能力约为 83.33%;酒店接待游客能力、游客日均客流量的出现频率为 75%。此外,由指标层障碍度的测算结果可知,除了崇明区,各海岛县(区)中自然灾害受灾程度的障碍度最大。由此表明海岛自然灾害对海岛型旅游目的地的损害、有限的花岛空间承载力及环保资金支持力度不足是影响生态安全水平提升的关键障碍;同时固体废物排放过量以及接待游客的酒店和旅行社不断增加也对海岛型旅游目的地生态安全的干扰和影响程度加剧。

基于对要素层和指标层障碍度的诊断分析可知,生态安全等级为不安全和较不安全的花岛型旅游目的地的生态安全水平提升策略主要有:一是建立并完善海岛自然灾害的预警机制,提高应对突发灾害的能力,同时增加处理各种自然灾害的应对及善后的资金支持;二是对海岛景区承载力进行科学的管理和调控,适时降低旅游承载量的标准,实时监控上岛游客和机动车数量,同时需要加强旅游基础设施建设,打造海岛绿色旅游交通体系,缓解海岛旅游对海岛生态安全造成的负面影响;三是旅游产业在规划开发时要充分利用并有效保护海岛有限的可利用土地资源和海洋资源,同时要严格控制固体废物的排放量,尤其是旅游垃圾,增强环保建设和资金的投入力度,倡导文明旅游,提高全体居民和游

客共同建设美丽海岛的意识。生态安全等级为安全和较安全的海岛型旅游目的地除了要遵循上述策略之外,更应减少对海岛自然资源的改造和开发,重视保护海岛的文化旅游资源,创新文旅融合新模式,打造高端旅游产品,提高海岛旅游的定价和档次,减少旅游活动对海岛生态环境的干扰与影响。

4 结论与讨论

4.1 结论

本研究从可持续发展的角度,基于 DPSIR 模型中驱动力、压力、状态、影响、响应 5 个子系统,构建了海岛型旅游目的地生态安全评价体系,对中国 12 个海岛县(区)的生态安全水平和障碍因素进行测度和评价,得出结论如下:

1) 从生态安全水平评价结果看:中国 12 个海岛县(区)中长海县相较其他地区的生态安全贴适度指数最大,而崇明区的贴适度指数与负理想解的目标距离远大于与正理想解的目标距离。整体上 12 个研究区的生态安全水平较低,安全状态并不理想,生态安全面临着较大的威胁。

2) 依据生态安全贴适度指数将中国 12 个海岛县(区)的生态安全等级划分为不安全、较不安全、较安全、不安全 4 个等级。其中,洞头区、定海区和崇明区的生态安全等级为不安全;平潭县、嵊泗县、普陀区、玉环市和南澳县为较不安全;长岛县和岱山县为较安全;长海县和东山县为安全状态。

3) 从生态安全障碍诊断结果看:中国 12 个海岛县(区)的自然脆弱性压力 and 环境保护响应力度是阻碍生态安全水平提升的主要障碍因素,而海岛自然灾害的受灾程度和有限的海岛空间承载量又加大了生态安全的压力,生态保护的资金投入不足也影响了生态安全水平提升的响应力度。此外,旅游产业发展导致的固体废物排放过量及接待游客的酒店和旅行社数量的增加也是海岛型旅游目的地生态安全存在风险的重要障碍。

4) 海岛型旅游目的地生态安全水平的提升需要着重从压力和响应两个系统着手,但同时也要确保驱动力、压力、影响、状态和响应 5 个子系统之间相互协调与平衡,妥善处理海岛旅游与生态环境之间的关系,避免只注重旅游的发展而忽视对生态环境的保护,同时也要注意响应措施的针对性与实效性,防治盲目的出台响应措施而对海岛的旅游生态环境产生负面影响^[35]。

4.2 讨论

1) 本研究依据 DPSIR 模型构建了海岛型旅游目的地生态安全的评价体系,该模型中的 5 个子系统在生态安全评价中的适宜性还需进一步的验证分析。另外,由于海岛县(区)在统计数据上的局限加之缺少共识性的生态安全评估框架,使得指标的选取仍有进一步优化和完善的空间,对于生态安全的评价和障碍因素的分析中,应用了 TOPSIS 模型和障碍度模型,其精确度和有效性对于多地区的横向比较还有发掘和优化的潜力。评价体系的构建、指标的选取及模型方法的应用都是一个不断验证与完善的过程。

2) 本研究选取了中国 12 个县级地域单元的海岛型旅游目的地为研究区,对其生态安全及障碍因素进行了科学的定量评价,在区域尺度上具有一定的借鉴性,但其生态安全状况能否完全代表中国海岛型旅游目的地的生态安全水平还有待进一步的研究与验证。由于县域海岛较偏远,各地区的统计口径不同,使数据在年份上缺乏连贯性,因此未从时间上对海岛型旅游目的地生态安全的动态演变状况进行纵向分析,在以后有待继续深入研究。此外,预测未来生态安全的发展趋势以及旅游与生态环境之间的耦合协调关系也是日后需要重点研究的内容。

参考文献:

- [1] 李鹏升,李悦铮,江海旭.中国海岛县旅游综合实力研究[J].资源开发与市场,2013,29(6):666-668.
Li Pengsheng, Li Yuezheng, Jiang Haixu. Research on comprehensive tourism strength of island county in China[J]. Resource Development Market, 2013, 29(6): 666-668.
- [2] 孙剑锋,秦伟山,孙海燕,等.中国沿海城市海洋生态文明建设评价体系与水平测度[J].经济地理,2018,38(8):19-28.
Sun Jianfeng, Qin Weishan, Sun Haiyan, et al. Evaluation system and level measure of marine ecological civilization in coastal cities of China[J]. Economic Geography, 2018, 38(8): 19-28.
- [3] 肖建红,王敏,于庆东,等.海岛型旅游目的地生态补偿标准方法体系的构建与应用[J].生态学报,2016,36(2):448-462.
Xiao Jianhong, Wang Min, Yu Qingdong, et al. Research on ecological compensation standards for island tourist destinations: The construction and application of methodology[J]. Journal of Ecology, 2016, 36(2): 448-462.
- [4] Azam M, Mahmudulalam M, Haroon Hafeez M. Effect

- of tourism on environmental pollution: Further evidence from Malaysia, Singapore and Thailand[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 190: 330-338.
- [5] Khazaei Fadafan F, Danehkar A, Pourebrahim S. Developing a non-compensatory approach to identify suitable zones for intensive tourism in an environmentally sensitive landscape[J]. *Ecological Indicators*, 2018, 87: 152-166.
- [6] Ioan S. Ecological tourism and public administration in Romania[J]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2013, 81(2): 235-240.
- [7] Dvarskas A. Dynamically linking economic models to ecological condition for coastal zone management: Application to sustainable tourism planning[J]. *Journal of Environmental Management*, 2017, 188: 163-172.
- [8] 吴发明. 龙虎山世界地质公园旅游生态安全综合评价研究[D]. 南昌: 东华理工大学, 2017.
Wu Faming. Study of comprehensive evaluation on tourism ecological security of Longhushan Global Geopark[D]. Nanchang: East China University of Technology, 2017.
- [9] 鲍青青, 刘胜峰. 喀斯特旅游地生态安全动态评价与障碍因子分析: 以桂林为例[J]. *中国岩溶*, 2017, 36(3): 407-414.
Bao Qingqing, Liu Shengfeng. Dynamic evaluation of ecological security and analysis of obstacle factors in karst tourism destinations: An example of Guilin city[J]. *Karst in China*, 2017, 36(3): 407-414.
- [10] 徐美, 刘春腊, 李丹, 等. 基于改进 TOPSIS-灰色 GM(1, 1)模型的张家界市旅游生态安全动态预警[J]. *应用生态学报*, 2017, 28(11): 3731-3739
Xu Mei, Liu Chunla, Li Dan, et al. Tourism ecological security early warning of Zhangjiajie, China based on the improved TOPSIS method and the grey GM(1, 1) model[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2017, 28(11): 3731-3739.
- [11] 周彬, 钟林生, 陈田, 等. 浙江省旅游生态安全的时空格局及障碍因子[J]. *地理科学*, 2015, 35(5): 599-607.
Zhou Bin, Zhong Linsheng, Chen Tian, et al. Spatio-temporal pattern and obstacle factors of ecological security of tourism destination: A case of Zhejiang Province[J]. *Geographical Science*, 2015, 35(5): 599-607.
- [12] 郑秋霞, 匡耀求, 黄宁生, 等. 广东省旅游生态安全时空测度及障碍因子诊断[J]. *水土保持研究*, 2017, 24(5): 252-258.
Zheng Qiuxia, Kuang Yaoqiu, Huang Ningsheng, et al. Spatiotemporal measurement and diagnosis of obstacle factors on tourism eco-security in Guangdong Province[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2017, 24(5): 252-258.
- [13] 李细归, 吴清, 周勇. 中国省域旅游生态安全时空格局与空间效应[J]. *经济地理*, 2017, 37(3): 210-217.
Li Xigui, Wu Qing, Zhou Yong. Spatio-temporal pattern and spatial effect of Chinese Provincial tourism eco-security[J]. *Economic Geography*, 2017, 37(3): 210-217.
- [14] 刘真真. 基于旅游环境承载力的中国海岛县(区)旅游功能区划分与定位研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
Liu Zhenzhen. The research of tourism function zoning and positioning of Chinese island county (district) based on tourism environmental bearing capacity[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2014.
- [15] 秦伟山, 孙剑锋, 张义丰, 等. 中国县级海岛经济体脆弱性综合评价及空间分异研究[J]. *资源科学*, 2017, 39(9): 1692-1701.
Qin Weishan, Sun Jianfeng, Zhang Yifeng, et al. Research on vulnerability and spatial differentiation on island economies on county level of China[J]. *Resources Science*, 2017, 39(9): 1692-1701.
- [16] 高维全. 海岛旅游绩效时空特征与驱动机制研究[D]. 沈阳: 辽宁师范大学, 2018.
Gao Weiquan. Study on spatial and temporal characteristics and driving mechanism of island tourism performance: A case study of 12 island counties (districts) in China[D]. Shenyang: Liaoning Normal University, 2018.
- [17] 王俊, 何海霞, 陈凯, 等. 基于 DPSIR 模型的山东半岛蓝色经济区海洋生态可持续发展能力综合评价[J]. *海洋科学*, 2017, 41(7): 129-136.
Wang Jun, He Haixia, Chen Kai, et al. DPSIR Model-based assessment of ecologically sustainable development in Shandong Peninsula Blue Economic Zone[J]. *Marine Sciences*, 2017, 41(7): 129-136.
- [18] 黄志辉, 李桂君, 李玉龙, 等. 基于 DPSIR 模型的北京市可持续发展评价[J]. *城市发展研究*, 2016, 23(9): 20-24.
Huang Zhiye, Li Guijun, Li Yulong, et al. Evaluation and analysis of sustainable development in Beijing based on DPSIR model[J]. *Urban Studies*, 2016, 23(9): 20-24.
- [19] Gari S R, Newton A, Icely J D. A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2015, 103: 63-77.
- [20] 郑晶, 于浩, 黄森慰. 基于 DPSIR-TOPSIS 模型的福建省生态环境承载力评价及障碍因素研究[J]. *环境科学学报*, 2017, 37(11): 4391-4398.
Zheng Jing ye, Yu Hao, Huang Senwei. Evaluation and obstacle factors study on eco-environmental carrying capacity in Fujian Province based on DPSIR-TOPSIS model[J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2017, 37(11): 4391-4398.

- 4391-4398.
- [21] 周彬, 虞虎, 钟林生, 等. 普陀山岛旅游生态安全发展趋势预测[J]. 生态学报, 2016, 36(23): 7792-7803.
Zhou Bin, Yu Hu, Zhong Linsheng, et al. Developmental trend forecasting of tourism ecological security trends: the case of Mount Putuo Island[J]. Journal of Ecology, 2016, 36(23): 7792-7803.
- [22] 刘倩, 杨新军, 石育中, 等. 基于 DPSIR 模型的六盘山集中连片特困区生计安全评价[J]. 山地学报, 2018, 36(2): 323-333.
Liu Qian, Yang Xinjun, Shi Yuzhong, et al. Assessment of livelihood security based on DPSIR model in concentrated destitute area of Liupan Mountains[J]. Mountain Research, 2018, 36(2): 323-333.
- [23] 王辉, 石莹, 武雅娇, 等. 海岛型旅游目的地“陆岛旅游一体化”的测度与案例实证[J]. 经济地理, 2013, 33(8): 153-157.
Wang Hui, Shi Ying, Wu Yajiao, et al. The measurement and practical study of “Mainland-Island Tourism Integration” in island tourist destination[J]. Economic Geography, 2013, 33(8): 153-157.
- [24] 李悦铮, 李鹏升, 黄丹. 海岛旅游资源评价体系构建研究[J]. 资源科学, 2013, 35(2): 304-311.
Li Yuezheng, Li Pengsheng, Huang Dan. Construction of an evaluation system for island tourism resources[J]. Resources Science, 2013, 35(2): 304-311.
- [25] 栗健, 方伟华, 国志兴, 等. 区域海洋减灾能力评估指标体系构建与权重量化[J]. 海洋科学, 2016, 40(9): 117-127.
Li Jian, Fang Weihua, Guo Zhixing, et al. Establishment and weight quantification of indicator system for marine disaster coping capacity assessment[J]. Marine Sciences, 2016, 40(9): 117-127.
- [26] 赵元, 胡月明, 张新长, 等. 农村居民点耕作距离空间分布特征估测分析[J]. 地理科学, 2016, 36(5): 760-765.
Zhao Yuan, Hu Yueming, Zhang Xinchang, et al. Spatial pattern of farming distance in rural area Using ESDA[J]. Geographical Science, 2016, 36(5): 760-765.
- [27] 杜朝正. 基于 ArcGIS 的坡度分析[J]. 资源开发与市场, 2009, 25(1): 17-18.
Du Chaozheng. Slope analysis based on ArcGIS[J]. Resource Development Market, 2009, 25(1): 17-18.
- [28] 刘泽华, 章锦河, 彭红松, 等. 旅游季节性测度指标的敏感度研究[J]. 地理学报, 2018, 73(2): 295-316.
Liu Zehua, Zhang Jinhe, Peng Hongsong, et al. Sensitivity analysis of the measures of tourism seasonality[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(2): 295-316.
- [29] 徐琳瑜, 康鹏. 工业园区规划环境影响评价中的环境承载力方法研究[J]. 环境科学学报, 2013, 33(3): 918-930.
Xu Linyu, Kang Peng. Evaluation of environment carrying capacity on development planning of an industrial park[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2013, 33(3): 918-930.
- [30] 王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J]. 地理科学, 2013, 33(11): 1323-1329.
Wang Fuxi, Mao Aihua, Li Helong, et al. Quality measurement and regional difference of urbanization in Shandong Province based on the entropy method[J]. Geographical Science, 2013, 33(11): 1323-1329.
- [31] 匡丽花, 叶英聪, 赵小敏, 等. 基于改进 TOPSIS 方法的耕地系统安全评价及障碍因子诊断[J]. 自然资源学报, 2018, 33(9): 1627-1641.
Kuang Lihua, Ye Yingcong, Zhao Xiaomin, et al. Evaluation and Obstacle Factor Diagnosis of Cultivated Land System Security in Yingtan City Based on the Improved TOPSIS Method[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(9): 1627-1641.
- [32] Morteza Z, Reza F M, Seddiq M M, et al. Selection of the optimal tourism site using the ANP and fuzzy TOPSIS in the framework of Integrated Coastal Zone Management: A case of Qeshm Island[J]. Ocean & Coastal Management, 2016, 130: 179-187.
- [33] Zhang H, Gu C L, Gu L W, et al. The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy—A case in the Yangtze River Delta of China[J]. Tourism Management, 2011, 32(2): 443-451.
- [34] 徐文斌, 郭灿文, 王晶, 等. 基于熵权 TOPSIS 模型的海岛地区资源环境承载力研究: 以舟山普陀区、定海区为例[J]. 海洋通报, 2018, 37(1): 9-16.
Xu Wenbin, Guo Canwen, Wang Jing, et al. Empirical study about the carrying capacity of regional resources and environment of island area based on entropy-weight TOPSIS model: A case study of Putuo and Dinghai districts of Zhoushan City[J]. Marine Science Bulletin, 2018, 37(1): 9-16.
- [35] 李细归, 吴黎, 吴清, 等. 中国旅游生态安全测度及障碍因子诊断研究[J]. 生态经济, 2017, 33(6): 90-95.
Li Xigui, Wu Li, Wu Qing, et al. Evaluation on tourism ecological security and diagnosis of its obstacle indicators in China[J]. Ecological Economy, 2017, 33(6): 90-95.

Research on comprehensive evaluation and obstacles of ecological security of island-type tourism destination in China

LI Meng-cheng^{1, 2}, LI Shi-tai², WANG Cheng-xin¹, QIN Wei-shan^{2, 3}, SUN Jian-feng²

(1. College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250358, China; 2. School of Resource and Environment Engineering, Ludong University, Yantai 264025, China; 3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Received: Aug. 19, 2019

Key words: island-type tourism destination; ecological security; DPSIR model; comprehensive evaluation; obstacle factors

Abstract: From the perspective of sustainable development, based on the DPSIR model of driving force, pressure, state, impact and response, an ecological security evaluation system of island tourism destination was constructed. The island of 12 county-level regional units in China were selected as the research area, and its ecological security level in 2018 was measured by TOPSIS model. According to the proximity index, it was divided into four levels: unsafe, less safe, comparatively safe and safe. Meanwhile, the obstacle degree model was used to diagnose and analyze the obstacle factors affecting the ecological security of island tourism destination. The results show that: (1) The ecological security level of Dongtou District, Chongming district and Dinghai District was unsafe. Pingtan County, Shengsi County, Putuo District, Yuhuan City and Nan'ao County were less safe. Changdao County and Daishan County were relatively safe. Changhai County and Dongshan County were safe. The ecological security of island tourism destinations in the study area is facing a greater threat. (2) The natural vulnerability of islands in the pressure system and the ecological protection in response systems were the main obstacles to the improvement of ecological security level, while the damage caused by marine natural disasters to island tourist destinations, insufficient support for environmental protection funds, and limited island space carrying capacity were the most critical factor. Based on the above diagnosis of obstacle factors, this paper puts forward the strategies of improving the level of ecological security, which provides empirical reference for protecting the ecological security of islands in China.

(本文编辑: 刘珊珊)