

旅游型无居民海岛环境承载力评价体系的建立和应用

——以海南省蜈支洲岛为例

匡巧娟,赵书彬

(海南大学热带农林学院 海口 570228)

摘要:文章从自然环境和社会环境 2 个系统层,精选景观多样性和可利用土地面积比重等 14 项评价指标,采用层次分析法计算评价指标权重和综合评价影响指数,探索建立旅游型无居民海岛环境承载力评价体系。以海南省蜈支洲岛为例,评价其环境承载力,研究结果表明:自然环境条件是影响蜈支洲岛环境承载力的首要因素;目前蜈支洲岛仍有一定的环境承载力,可持续发展潜力较大;原生态的自然环境以及科学合理的开发利用规划和措施是提升蜈支洲岛环境承载力的核心要素。旅游型无居民海岛环境承载力评价体系的建立和应用,对无居民海岛的旅游开发利用和生态环境保护具有重要的参考价值。

关键词:旅游型无居民海岛;环境承载力;层次分析法;海岛保护;海岛旅游

中图分类号:P76;F590 **文献标志码:**A **文章编号:**1005—9857(2018)06—0066—05

Establishment and Application of Evaluation Indicator System for Environment Carrying Capacity of Tourist-type Non-Resident Islands: Taking Wuzhizhou Island, Hainan Province as an Example

KUANG Qiaojuan,ZHAO Shubin

(Institute of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract:By analytic hierarchy process (AHP) calculating the index weight and comprehensive evaluation index system, this paper established the evaluation indicator system for environment carrying capacity of tourist-type non-resident islands, which based on 14 evaluating indicators, chosen from natural environment system and social environment system, such as landscape diversity, the proportion of utilized land area and so on. Taking Wuzhizhou island, Hainan province as an example, the environment carrying capacity was evaluated. The results indicated that the natural environment was the first factor influencing the environment carrying capacity of Wuzhizhou island. And, Wuzhizhou island still had certain capacity for environment carrying capacity, that was, it had great potential for sustainable development. Furthermore, prototype eco-

logical natural environment, scientific exploitation and reasonable planning were the core factors for improving the environment carrying capacity of Wuzhizhou island. All in all, the establishment and application of evaluation indicator system for environment carrying capacity of tourist-type non-resident islands provided important reference for tourism development and ecological protection of non-resident island.

Key words: Tourism non-resident island, Environmental carrying capacity, Analytic hierarchy process (AHP), Island protection, Island tourism

作为“海上陆地”，海岛拥有独特的自然资源，为旅游开发利用创造了天然的优良环境条件。应科学和系统评价无居民海岛环境承载力，建立合理的评价体系，并以此为依据制订具有整体性和可持续性的海岛开发利用方案和策略。本研究基于资料收集和实地调研，在参考国内外相关研究框架和评价方法的基础上，结合旅游型无居民海岛的特点和实际，初步建立旅游型无居民海岛环境承载力评价体系，并以海南省蜈支洲岛作为示范，验证该评价体系的可操作性，为后续研究提供借鉴。

1 相关概念

1.1 旅游型无居民海岛

无居民海岛是所有国家管辖海域中自然形成的无常驻居民的陆地及其周围海域^[1]，拥有得天独厚的自然环境，包括宜人的气候、清新的空气、独特的地貌和多样的生物物种等。旅游型无居民海岛是以旅游开发利用为主导的无居民海岛，旅游业的发展可带来经济效益和社会效益，但也使海岛承受巨大的生态环境压力^[2]。

1.2 环境承载力

环境承载力也称环境忍耐力或环境承受力，特指某种环境状态对人类活动的支撑能力的最大限度。作为刻画环境状态的关键性指标，环境承载力是动态的，集中体现环境系统对人类活动的外在要求。由于环境系统的组成要素在数量上有一定的比例关系、在空间上有一定的分布规律，各要素对人类活动具有一定的忍耐度。环境问题的最终表现通常是人类活动突破环境承载力阈值所显现的冲突效应，因此环境承载力本质上是反映环境与社会发展协调性的重要依据之一^[3]。

1.3 环境承载力评价的必要性

随着社会经济的不断发展和人民生活水平的

不断提高，旅游活动日趋频繁。无居民海岛独特的地理位置和优越的生态环境吸引了大量游客，但无居民海岛环境系统脆弱、自我修复能力较差。因此，应选取合理的评价指标，建立综合评价体系，将无居民海岛环境承载力与旅游项目之间的关系定量化，为制定完善的无居民海岛旅游开发利用方案提供科学的理论依据，保障无居民海岛旅游业的可持续发展。

2 旅游型无居民海岛环境承载力评价体系

2.1 评价指标

本研究基于无居民海岛各环境因素的关联性，综合考虑旅游开发利用对海岛环境承载力的影响，参照目前国内多个不同尺度和背景的区域可持续发展指标体系对生态无居民海岛的评价指标，并结合海南省蜈支洲岛旅游开发利用的实地调研情况，粗选出旅游型无居民海岛环境承载力评价指标。其中，自然环境系统层的指标包括景观多样性 C_1 、海岸侵蚀指数 C_2 、旅游资源适宜期 C_3 、空气质量优良天数 C_4 、淡水资源量 C_5 、森林覆盖率 C_6 、海域生物多样性 C_7 、自然灾害发生频率 C_8 、游客人均水资源量 C_9 、科学考察价值 C_{10} 、旅游活动方式影响指数 C_{11} 、近岸海域海水环境质量 C_{12} 、生物多样性保护 C_{13} 和历史遗迹游览价值 C_{14} ；社会环境系统层的指标包括游客人均 GDP 水平 C_{15} 、可利用土地面积比重 C_{16} 、第三产业比重 C_{17} 、游客接待总量 C_{18} 、年度游客接待量 C_{19} 、腹地经济支撑能力 C_{20} 、海水养殖产量 C_{21} 、旅游设施 C_{22} 、配套设施 C_{23} 、电力条件 C_{24} 、登岛交通 C_{25} 以及生活垃圾和污水处理水平 C_{26} 。

旅游型无居民海岛环境承载力评价体系较复杂，而粗选评价指标来自不同的评价体系，难

免出现指标含义重叠和逻辑关系模糊等问题。因此,应遵循客观、科学和概括的原则,综合考虑评价指标的代表性和通用性以及指标数据的可获得性,客观、准确地反映无居民海岛的旅游资源价值^[4]。

本研究基于专家咨询和实地调研,结合海南省蜈支洲岛旅游规划总体方案和 5A 级景区品味特征,采用聚类^[5]的方法,从上述粗选评价指标中精选 14 项具体指标。其中,自然环境系统层的精选指标包括景观多样性 C_1 、空气质量优良天数 C_4 、淡水资源量 C_5 、森林覆盖率 C_6 、海域生物多样性 C_7 、自然灾害发生频率 C_8 和近岸海域海水环境质量 C_{12} ; 社会环境系统层的精选指标包括可利用土地面积比重 C_{16} 、年度游客接待量 C_{19} 、旅游设施 C_{22} 、配套设施 C_{23} 、电力条件 C_{24} 、登岛交通 C_{25} 以及生活垃圾和污水处理水平 C_{26} 。

2.2 评价体系

2.2.1 评价指标权重

层次分析法是将定性与定量分析相结合的多目标决策分析方法,其基于决策者的经验判断,通过数值量化过程,量化各因素的实际权重^[6-7]。本研究根据旅游型无居民海岛的特殊性,遵循自上而下的原则,将相关因素分解成自然环境和社会环境 2 个系统层,不同系统层和各系统层不同评价指标之间相互联系和相互影响;基于专家咨询,对各系统层中的具体指标分别赋值打分,对打分进行两两比较,建立判断矩阵,进行一致性检验以确定打分的合理性。主要分为 4 个步骤。

(1)构造系统层的两两比较判断矩阵:

$$A = (a_{ij})_{n \times n}$$

式中: n 为两两比较的元素数。该矩阵满足规范化条件,即 $a_{ij} = 1/a_{ji}, i \neq j; a_{ii} = 1$ 。 a_{ij} 按五类取值法,即从数集 $\{1, 3, 5, 7, 9\}$ 中取值,取值越小表示其环境承载力越高。

(2)将判断矩阵的每一列进行归一化处理并求和:

$$\bar{a}_i = \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{a_{ij}}$$

式中: $\bar{a}_i$ 为判断矩阵元素归一化后的结果。

(3)取 $\omega_i = \bar{a}_i / \sum_{i=1}^n \bar{a}_i$, 且 $\omega^1 = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ 为近似特征向量,计算其最大特征值:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(A\omega^1)_i}{\omega_i}$$

(4)对判断矩阵进行一致性检验,在检验的基础上得到相应系统层的指标权重,检验结果为:

$$I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

2.2.2 综合评价影响指数

采用层次分析法计算评价指标权重,可定量评价各系统层及其指标对旅游型无居民海岛环境承载力的影响。基于此,可对旅游型无居民海岛环境承载力做出综合评价,为海岛可持续发展提供理论依据。

根据评价标准得到旅游型无居民海岛环境承载力的赋值,分别加权计算影响指数^[8-10],计算公式为:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i \times \omega^p$$

式中: E_i 为旅游开发利用对无居民海岛各指标影响的赋值; ω^p 为相应指标的权重。

当 $0 \leq E \leq 3$ 时,表明无居民海岛环境承载力较大;当 $3 < E \leq 5$ 时,表明无居民海岛仍有一定的环境承载力;当 $5 < E \leq 7$ 时,表明无居民海岛环境承载力较小;当 $7 < E \leq 10$ 时,表明旅游开发利用对无居民海岛环境产生严重影响,海岛环境承载力已突破阈值。

3 海南省蜈支洲岛环境承载力

3.1 概况

海南省蜈支洲岛位于三亚市海棠湾内,距大陆海岸线约 2.7 km,呈不规则的蝴蝶状,东西长约 1.4 km、南北宽约 1.1 km。环岛海域海水清澈,能见度极高(可达 27 m),且有保护完好的海底珊瑚礁,因而享有“中国第一潜水基地”美誉。岛内现存 2 000 余种植物,集热带海岛旅游资源的丰富性和独特性于一体。

目前蜈支洲岛的旅游开发利用较完善,主要开展水上旅游项目(如摩托艇、香蕉船和拖伞等)、水下旅游项目(如潜水和半潜观光)和陆上旅游项目

(如海滨浴场、沙滩排球、情人桥和妈祖庙等)^[11]。

3.2 数据来源

基于旅游型无居民海岛环境承载力评价体系的复杂性,在遵循数据完整性以及定性和定量相结合等原则的基础上,通过多方对比和分析,在相关专家的指导下,结合蜈支洲岛 5A 级景区的旅游发展实际,本研究评价指标的数据主要来源于:①《中

国海洋环境质量公报》和气象站等的统计资料;
②基于遥感图像计算森林覆盖率和海岸线长度等;
③通过实地采访和勘察获取现有相关数据。

3.3 评价结果

蜈支洲岛的环境承载力与上述 14 个不同系统层的精选指标相关,这些指标往往相互关联。采用层次分析法计算各评价指标权重(表 1)。

表 1 海南省蜈支洲岛环境承载力评价指标及其权重

评价 指标	赋分	指标评价等级					组合 权重
		8~10	6~8	4~6	2~4	0~2	
C ₁	3	匮乏	较匮乏	一般	丰富	极其丰富	0.034 1
C ₄	1	0~30 d	30~120 d	120~200 d	200~280 d	大于 280 d	0.047 8
C ₅	3	匮乏	缺乏	贫乏	一般	丰富	0.051 7
C ₆	2	小于 20%	20%~40%	40%~60%	60%~80%	大于 80%	0.079 4
C ₇	2	匮乏	较匮乏	一般	较丰富	丰富	0.093 8
C ₈	7	低	较低	一般	较高	高	0.132 8
C ₁₂	2	劣于第四类标准	符合第四类标准	符合第三类标准	符合第二类标准	符合第一类标准	0.194 0
C ₁₆	5	极小	小	一般	较大	大	0.031 7
C ₁₉	1	极少	少	一般	较多	多	0.064 4
C ₂₂	3	很差	差	一般	较好	好	0.078 3
C ₂₃	5	差	较差	一般	较好	好	0.016 3
C ₂₄	4	较差	一般	较好	好	很好	0.029 3
C ₂₅	2	很差	差	一般	较好	好	0.061 2
C ₂₆	3	低	较低	一般	较高	高	0.085 1

由表 1 可以看出,在蜈支洲岛环境承载力各评价指标中:①自然环境系统层的权重较大,约为 0.633 6,表明自然环境条件是影响蜈支洲岛环境承载力的首要因素,其中近岸海域海水环境质量 C₁₂、自然灾害发生频率 C₈、海域生物多样性 C₇和森林覆盖率 C₆的权重较大;②社会环境系统层的权重约为 0.366 3,其中生活垃圾和污水处理水平 C₂₆、旅游设施 C₂₂、年度游客接待量 C₁₉以及登岛交通 C₂₅的权重较大。

经计算,各评价指标对蜈支洲岛环境承载力的综合评价影响指数为 3.003 4,表明目前蜈支洲岛的旅游开发利用对其环境承载力产生较小影响,蜈支洲岛仍有一定的环境承载力,可持续发展潜力较大。原生态的自然环境以及科学合理的开发利用规划和措施是提升蜈支洲岛环境承载力的核心要素。

4 结语

本研究建立符合我国国情的旅游型无居民海岛环境承载力评价体系,精选 14 项评价指标,采用层次分析法计算评价指标权重和综合评价影响指数。以海南省蜈支洲岛为例,科学评价其环境承载力状况,研究结果具有一定的应用价值。

旅游型无居民海岛环境承载力评价体系的建立和应用,对无居民海岛的旅游开发利用和生态环境保护具有重要参考价值,可为实现无居民海岛经济的可持续发展和生态系统的健康稳定奠定良好的基础。

参考文献

[1] 刘容子,齐连明.我国无居民海岛价值体系研究[M].北京:海

洋出版社,2006.

[2] 林明太.旅游型海岛景观生态修复与优化研究[D].西安:陕西师范大学,2011.

[3] 杨松艳.海岛旅游环境承载力及其预警研究:以山东长岛为例[D].青岛:中国海洋大学,2012.

[4] 王芳,唐伟,于灏.无居民海岛开发利用现状评价体系构建的研究[J].科技创新导报,2011(15):2.

[5] 刘伟.海岛旅游环境承载力研究[J].中国人口·资源与环境,2010,20(S2):75—79.

[6] 刘佳,于水仙,王佳.滨海旅游环境承载力评价与量化测度研究:以山东半岛蓝色经济区为例[J].中国人口·资源与环境,2012,22(9):163—170.

[7] 刘述锡,王卫平,孙淑艳,等.无居民海岛开发利用适宜性评价方法研究[J].海洋环境科学,2013,32(5):783—786.

[8] 朱正涛,谷东起,陈勇,等.青岛市无居民海岛旅游开发适宜性分级评价[J].海洋开发与管理,2015,32(3):112—116.

[9] 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.

[10] 林明太,余建辉,黄俊超,等.旅游型海岛景观生态健康评价[J].生态学杂志,2012,31(7):1846—1854.

[11] 张侨,王露婷.无居民海岛旅游开发问题及对策的研究:以三亚蜈支洲岛为例[J].沿海企业与科技,2014(4):60—63.



(上接第 65 页内容)

[3] 毋亭,侯西勇.海岸线变化研究综述[J].生态学报,2016,36(4):1170—1182.

[4] 侯西勇,刘静,宋洋,等.中国大陆海岸线开发利用的生态环境影响与政策建议[J].中国科学院院刊,2016,31(10):1143—1150.

[5] 范晓婷.我国海岸线现状及其保护建议[J].地质调查与研究,2008,31(1):28—32.

[6] 王鹏,闫吉顺,林霞,等.大连金普新区海岸线开发现状与分级管理研究[J].海洋开发与管理,2016,33(4):82—86.

[7] 孙才志,李明显.辽宁省海岸线时空变化及驱动因素分析[J].地理与地理信息科学,2010,26(3):63—67.

[8] 技术的海岸线测量与管理应用研究[J].地理与地理信息科学,2003,19(6):24—27.

[9] 王江涛.城市化和工业化冲击下海岸线管控战略研究[J].中国软科学,2014(3):10—15.

[10] 宋素青,刘爱智.河北省海岸线开发利用与保护研究[J].海洋开发与管理,2009,26(9):43—46.

[11] 张健,宋科,张学辉.沧州市海岸线开发利用与保护修复探究[J].海洋开发与管理,2014,31(5):35—37.

[12] 彭俊,刘玉卿.江苏省海岸线资源利用现状及控制制度研究[J].海洋开发与管理,2014,31(12):32—35.

[13] 楼东,刘亚军,朱兵见.浙江海岸线的时空变动特征、功能分类及治理措施[J].海洋开发与管理,2012,29(3):11—17.

[14] 索安宁,曹可,马红伟,等.海岸线分类体系探讨[J].地理科学,2015,35(7):933—937.

[15] 陈洪全.海岸线资源评价与保护利用研究:以盐城市为例[J].生态经济,2010(1):174—177.