

海岛型旅游目的地脆弱性及其障碍因子分析

——以舟山市为例^{*1}

尹鹏 刘曙光* 段佩利

(中国海洋大学经济学院, 中国山东青岛 266100)

【摘要】: 以舟山市为例, 通过构建人地耦合系统脆弱性模型和障碍度模型分析海岛型旅游目的地人地耦合系统脆弱性特征及障碍因子。结果显示: ①2000年以来, 舟山市海岛旅游活动的开展对经济系统的干扰强度最大, 面对海岛旅游产生的敏感性影响, 自然系统的应对能力较为理想, 三个子系统中, 自然系统的脆弱性最强; ②舟山市人地耦合系统脆弱性的波动特征明显, 稳定程度较低, 与自然系统脆弱性的变化幅度基本一致, 2004年以前呈现逐年递增, 2004年以后呈现波动递减; ③影响舟山市人地耦合系统脆弱性的单项指标障碍因子方面, 应对能力指标的障碍度高于敏感性指标的障碍度, 子系统障碍因子方面, 障碍度大小依次为自然系统脆弱性>社会系统脆弱性>经济系统脆弱性。

【关键词】: 脆弱性; 人地耦合系统; 障碍因子; 海岛型旅游目的地; 舟山市

【中图分类号】: F592.99 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1000 - 8462 (2017) 10 - 0234 - 07

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2017.10.030

脆弱性一词源自拉丁文“vulnerare”, 最早由蒂默曼(Timmerman P)提出, 用于灾害学分析^[1], 是抵抗资源、环境、经济、社会发展等内外部自然要素和人为要素干扰的应对能力, 当这种抗干扰的应对能力低于某一临界阈值时, 表示该区域进入脆弱状态^[2]。自1990年代开始, 脆弱性研究领域逐渐拓宽, 由只关注自然系统逐渐延伸到人文社会系统、经济—生态系统、人—环境耦合系统等^[3-5], 成为人地系统相互作用过程与机理分析的有效工具^[6]。近年来, 以人地耦合系统为中心的脆弱性理论及其评价成为地理学、生态学等相关学科的关注热点^[7], 田亚平^[8]、孙平军^[9]、宋永永^[10]、贺祥^[11]等在阐述人地耦合系统脆弱性科学内涵的基础上, 分别针对丘陵地区、矿业城市、限制开发生态区和岩溶地区开展人地耦合系统脆弱性分析, 但是针对海岸带尤其是海岛地区的研究成果几乎空白。

海岛作为人类迈向海洋的前进支点和拓展发展空间的重要依托, 经济结构单一, 资源数量有限, 环境容量不高, 是海陆相互作用的敏感地带和生态环境脆弱地区。1970年代以来, 我国海岛地区依托适宜的气候条件、独特的旅游资源和较大的开发潜

¹ 收稿时间: 2017 - 04 - 20; 修回时间: 2017 - 07 - 12

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(15ZDB170); 教育部哲学社会科学研究重大项目(13JZD041)

作者简介: 尹鹏(1987—), 男, 山东泰安人, 博士/博士后。主要研究方向为区域经济地理、海洋经济与海岛经济。E-mail: yinp438@nenu.edu.cn。

***通讯作者**: 刘曙光(1966—), 男, 山东德州人, 博士, 教授, 博士生导师。主要研究方向为区域经济、海洋经济。E-mail: 2000046@ouc.edu.cn。

力,开展大规模的旅游开发,2015 年底,全国共有海岛自然景观 979 处,人文景观 675 处,各类海水浴场 84 个,长岛、南三岛、刘公岛、菩提岛和涠洲岛等成为国内外知名的海岛型旅游目的地。但是,由于缺乏合理的开发模式和科学的管理机制,我国海岛旅游尚处初级阶段,不仅与巴厘岛、普吉岛、济州岛等世界知名海岛旅游休闲地差距明显,而且给海岛生态带来诸多不可逆的脆弱性影响,出现海水富营养化、生物多样性减少、生物栖息地变更、生态服务功能下降、承载力超负荷等问题^[12-13],加剧人地矛盾,影响人地协调。可见,针对我国海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性开展相关研究尤为紧迫,对于海岛型旅游目的地经济、社会、生态系统的全面协调与可持续发展以及人地关系的正确处理,生态文明和海洋强国战略等的最终实现具有重要的实践价值。

基于此,本文以舟山市为例,基于海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性内涵,建立海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性评价指标体系,运用人地耦合系统脆弱性模型测算人地耦合系统脆弱性时序演变特征,运用障碍度模型诊断人地耦合系统脆弱性障碍因素,旨在为地方政府区域发展战略的制定提供参考借鉴。

1 研究区概况

舟山市地处长江口南侧、杭州湾外缘,是我国大陆海岸线的中心,也是第一个以群岛建制的地级单元。作为我国典型的海岛型旅游目的地,舟山市旅游资源类型丰富且独具特色,是国家海洋旅游综合改革试验区和首批旅游综合改革试点城市。2016 年,舟山市接待国内外游客 4 610.61 万人,比上年增长 18.9%,实现旅游总收入 661.62 亿元,占地区生产总值的 53.86%,海岛旅游成为其开放型经济体系的支柱产业之一,在社会经济发展过程中最具活力甚至起着决定性作用。但是,旅游活动的开展也给舟山市人地耦合系统带来一定的脆弱性影响,主要表现在炸山取石、砍伐树木、随意堆放垃圾等严重威胁海岛的正确有效利用,进一步降低海岛生态脆弱性;旅游项目评估缺乏科学体系,忽视海岛资源特色,加速自然海岛的城市化进程;过度的商业化开发不仅破坏原始自然生态环境,而且削弱景区本土文化,对游客满意度和海岛可持续发展造成深远影响;区域旅游开发程度不均,旅游发展水平差异显著,除普陀区开发相对成熟外,其余均处于待开发状态,仍属于景区生命周期初始阶段。

2 海岛型旅游目的地脆弱性指标体系

2.1 海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性内涵

人地耦合系统是有着嵌套层次的复杂开放巨系统,突出人与自然的连接模式和过程、相互影响和反馈,强调组织、空间和时间的多维度融合,体现更高层次的综合性、复杂性和非线性特征^[8]。人地耦合系统脆弱性是经济脆弱性、社会脆弱性和自然脆弱性的综合体现,是三个子系统通过各自的耦合元素相互作用而彼此影响的程度,体现人地系统脆弱性的耦合关系。敏感性和应对能力是系统的两个固有属性,两者在外力驱动下相互影响、相互制约,共同作用于系统,并且通过扰动影响其内部结构使脆弱性放大或缩小^[14]。

海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性属于因外部施压带来的“环境胁迫式脆弱”,区别于由内部引发的“结构累积式脆弱”^[15],具有系统性、敏感性、生态性等特征,不仅是经济脆弱性、社会脆弱性和自然脆弱性的协同与互动,也是敏感性和应对能力互相制衡的体现,也就是说,海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性是指旅游活动的开展对海岛这一特殊地域空间经济结构与功能、社会内部因素、自然生态环境产生的胁迫式干扰以及从较弱状态调整至较强状态所呈现出的能力。

2.2 指标体系

根据海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性内涵,坚持系统性、科学性、时效性和可操作性原则,基于已有研究成果,针对经济脆弱性、社会脆弱性和自然脆弱性,分别从敏感性和应对能力两个方面构建海岛型旅游目的地的人地耦合系统脆弱性评价指标体系(表 1)。

表 1 海岛型旅游目的地人地耦合系统脆弱性评价指标体系

目标层	准则层	指标层	因子层	单位
海岛型 旅游目 的地人 地耦合 系统脆 弱性	经济脆弱性 (V_E)	敏感性 (S_E)	旅游总收入	万元
			旅游总收入增长率	%
			旅游总收入占 GDP 比重	%
			人均 GDP	元
		应对能力 (R_E)	固定资产投资增长率	%
			实际利用外资占 GDP 比重	%
	社会脆弱性 (V_S)	敏感性 (S_S)	旅游总人数	万人
			旅游总人数增长率	%
			星级饭店客房数	间
			星级饭店床位数	张
		应对能力 (R_S)	人均道路面积	m ²
			万人拥有医院床位数	张
			人均邮电业务量	元
	自然脆弱性 (V_N)	敏感性 (S_N)	旅游废水排放量 旅游 SO ₂ 排放量	万 t
			旅游废物产生量	万 t
			空气优良天数	天
			环境污染治理资金	万元
		应对能力 (R_N)	建成区绿化覆盖率	%
			生活用水供应量	万 t
			近岸海域一、二类海水比例	%

注：旅游废水排放量即废水排放总量 · (旅游增加值/GDP)，旅游 SO₂排放量即 SO₂排放总量 · (旅游增加值/GDP)，旅游废物产生量即工业固体废物产生量 · (旅游增加值/GDP)。

为了消除量纲、量纲单位以及正负向的影响，运用极差法对上述指标进行数据标准化处理。

3 模型构建与数据来源

3.1 人地耦合系统脆弱性评价模型

根据脆弱性函数模型可知，脆弱性 (V) 是关于敏感性 (S) 和应对能力 (R) 的函数关系式，即 $V=f(S, R)$ 。其中，系统面临扰动的敏感性越强、应对能力越弱，则脆弱性越强；系统面临扰动的敏感性越弱、应对能力越强，则脆弱性越弱^[16-17]。可见，系统脆弱性与敏感性成正比，与应对能力成反比。因此，构建系统脆弱性评价模型： $V_i = S_i / R_i$ 。其中 V_i 为脆弱性指数， S_i 为敏感性指数， R_i 为应对能力指数。基于此，分别构建经济脆弱性、社会脆弱性和自然脆弱性评价模型，即：

$$VE = SE/RE; VS = SS/RS; VN = SN/RN \quad (1)$$

式中：V_E为经济脆弱性指数；S_E为经济敏感性指数；R_E为经济应对能力指数；V_S为社会脆弱性指数；S_S为社会敏感性指数；R_S为社会应对能力指数；V_N为自然脆弱性指数；S_N为自然敏感性指数；R_N为自然应对能力指数，这里采用熵值法^[18]进行计算。

由于经济脆弱性、社会脆弱性和自然脆弱性是入地耦合系统的重要组成，三者通过各自的耦合元素相互作用而彼此影响，对整个人地耦合系统脆弱性形成协同作用，因此采用状态空间法^[19-20]构建入地耦合系统脆弱性评价模型：

$$V_{ESN} = \sqrt{w_1(V_E)^2 + w_2(V_S)^2 + w_3(V_N)^2} \quad (2)$$

式中：V_{ESN}为入地耦合系统脆弱性指数；w₁、w₂、w₃分别为经济脆弱性、社会脆弱性和自然脆弱性的权重。

3.2 障碍度模型

障碍度模型采用指标偏离度、因子贡献度和障碍度三个指标进行分析诊断，通过对障碍度大小排序确定各障碍因素的主次关系及其对入地耦合系统脆弱性的影响程度^[21-22]，即：

$$O_{ij} = \frac{(1 - x'_{ij}) \times w_{ij} \times 100\%}{\sum_{j=1}^n (1 - x'_{ij}) \times w_{ij}} \quad (3)$$

$$O_i = \sum_{ij} O_{ij} \quad (4)$$

式中：O_{ij}为单项指标对入地耦合系统脆弱性的障碍度；x'_{ij}为第 i 个子系统下第 j 个单项指标的标准化值；w_{ij}为其相对应权重；n 为指标个数；O_i为第 i 个子系统对入地耦合系统脆弱性的障碍度。

3.3 研究时段与数据来源

本文将 2000—2015 年作为研究时段，系统探明海岛型旅游目的地入地耦合系统脆弱性演变规律。数据源于 2001—2016 年《中国城市统计年鉴》《舟山市统计年鉴》以及各年份舟山市国民经济和社会发展统计公报，部分缺失数据通过相邻年份进行差值处理。

4 结果和分析

4.1 舟山市入地耦合系统脆弱性时序演变特征

4.1.1 敏感性分析

2000—2015 年，舟山市敏感性指数大致呈现经济系统>自然系统>社会系统，平均值依次为 0.0698、0.0664、0.0408。由此可见，旅游活动的开展对舟山市经济系统的干扰强度最大，一方面能够看出旅游在舟山市经济发展中的优势地位以及对经济增长的重要贡献，旅游总收入占 GDP 比重由 2000 年的 18.6%增至 2015 年的 50.43%，另一方面，随着旅游开发的不断深入，旅游服务者唯利是图观念日渐显现，成果收益分配不均、相互恶意竞争等问题逐渐出现，旅游产品类型同质化明显，一定程度上

削弱旅游综合竞争力，旅游业发展过程中基础设施建设将消耗更多的财政投入，季节性旅游导致淡季收入较低，入境客源市场以日本、韩国、新加坡等周边国家为主，旅游创汇能力不强，旅游市场的集中容易产生较高的敏感性，受此影响，经济系统敏感性指数由2000年的0.0346增至2015年的0.1514。旅游活动的开展对舟山市自然系统的干扰强度次之，大量国内外游客（旅游总人数由2000年的459.72万人增至2015年的3876.22万人）的涌入，导致海域污染加剧、淡水资源匮乏、滩涂湿地萎缩、生物多样性减少等问题，而且生态环境质量下降趋势没有得到有效遏制，此外，自然系统敏感性波动幅度较大，总体呈现先增后减的趋势，其中2004年自然系统敏感性指数0.1565，为历年最高。旅游活动的开展对舟山市社会系统的干扰强度最小，正向效应相对明显，更多的是为地方发展提供就业机会与岗位，加强区域文化交流与合作，进一步宣扬和推广佛教文化、海洋文化，促进社会文明程度的提升等。

4.1.2 应对能力分析

2000—2015年，面对旅游活动产生的敏感性影响，舟山市经济系统、社会系统和自然系统应对能力指数总体呈现上升趋势。其中，自然系统的应对能力增幅明显且较为理想，应对能力指数由2000年的0.0494增至2015年的0.3103，平均值0.1072，尤其是2011年舟山群岛新区成立以来，自然系统应对能力增幅更为突出，这与舟山市长期以来一直将“绿色发展”作为旅游转型升级的重要举措密切相关，包括长岗山和爱琴海森林公园的建设，桃花岛、白沙海洋生态休闲岛、六横对面山岛、朱家尖海洋主题类公园等项目的开发，《生态环境保护专项资金管理暂行办法》和各类环境保护规划的出台，“绿色生态舟山建设”工程的落实以及海洋生态环境培训班的举办等等，这些对于舟山市自然生态环境的改善发挥着至关重要的作用。经济系统和社会系统的应对能力相对稳定但整体较差，应对能力指数平均值分别为0.0634、0.0322。经济系统应对能力方面，受到2003年“非典事件”和“干旱天气”、2008年金融危机以及近年来全球经济增速减缓等的影响，旅游投资后劲不足，相应地导致大型旅游项目缺失，旅游产品结构单一，缺少地方品牌特色，民宿旅游、乡村休闲旅游、游艇旅游等开发层次不高。社会系统应对能力方面，组织管理较为松散，多数景区的服务质量不高，旅游从业人员素质较低，旅游接待配套设施存在结构性缺陷，大多旅行社尚处“散小弱差”的状况，内外交通衔接不畅，旅游旺季存在“进不来、出不去”的问题，便捷高效的交通网络体系尚未形成等。

4.1.3 脆弱性分析

2000—2015年，舟山市脆弱性指数总体差别不大，大致呈现自然系统>社会系统>经济系统，平均值依次为1.2521、1.2390、1.0995。其中，自然系统脆弱性最强，部分随机性应对措施并未有效降低自然系统的敏感性，反而更加凸显自然系统的脆弱性，也就是应对能力增幅明显低于敏感性增幅，其中环境污染治理资金投入极其不稳定，2012年更是减至1600万元，低于2007年的2398万元，降幅高达33%，多数生态环境治理举措的贯彻落实不彻底，科学的规划与管理相对缺乏，近岸海域海水质量的总体形势不容乐观，劣四类和四类水质海域面积均在60%以上，加上风暴潮、赤潮、海平面上升等自然灾害的直接影响，给原本脆弱的生态系统又增加不小的压力，另外，自然系统脆弱性的波动特征与自然系统敏感性的波动特征基本一致，同样呈现先增后减，标准差1.2363，以2003年脆弱性指数（3.9251）最高，说明自然系统脆弱性的大小与其敏感性有着直接关系，这也为未来自然系统脆弱性的降低指明方向。社会系统脆弱性次之，说明舟山市社会系统承受旅游活动影响的能力不强，可持续发展面临较大挑战，2010年社会系统脆弱性（1.5778）最高，2003年社会系统脆弱性（0.5212）最低，两者相差3.03倍。经济系统脆弱性最低，而且变化趋势较为平稳，标准差0.4213，主要原因在于舟山市经济系统应对能力不断提高的积极影响下，经济系统脆弱性受到外界不利因素的扰动较小（图1）。

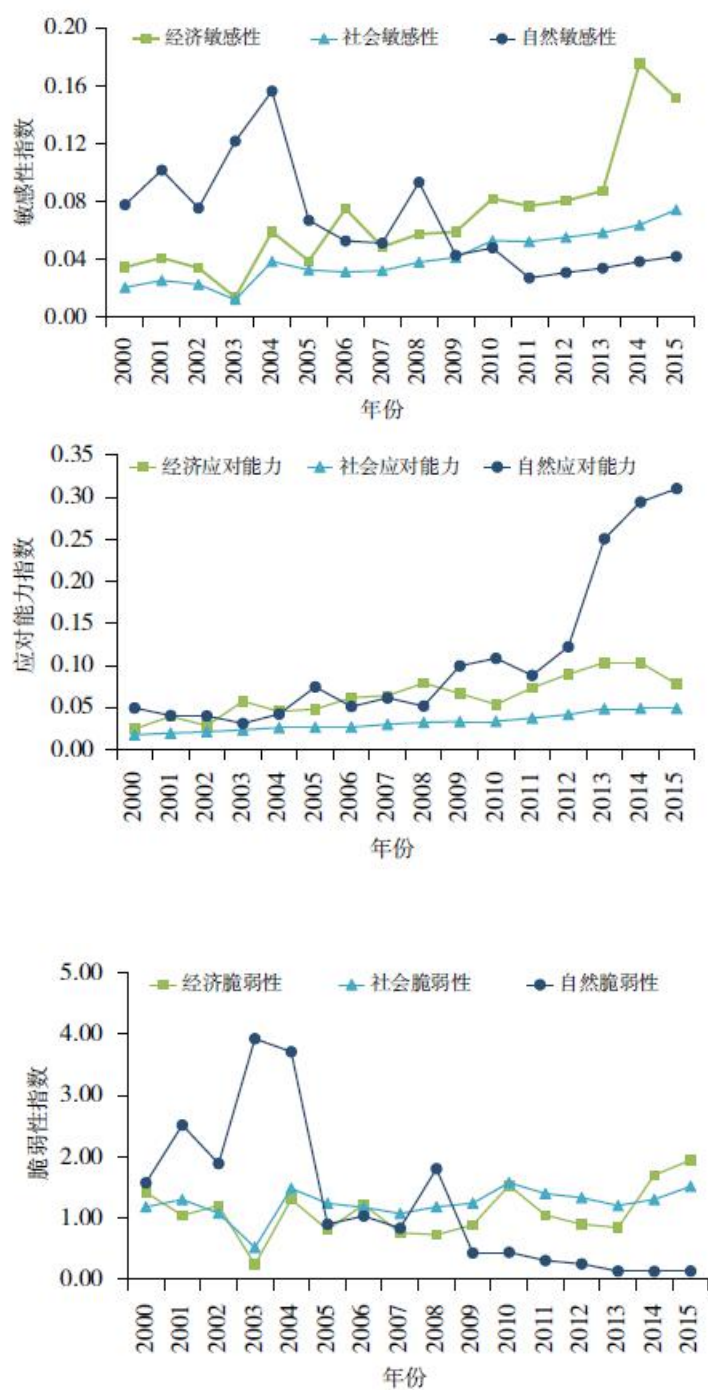


图1 2000—2015年舟山市人地耦合系统内部敏感性、应对能力和脆弱性变化趋势

Fig.1 Changing trends about sensitivity, coping ability and vulnerability of eternal human–environment coupled system in Zhoushan City from 2000 to 2015

4.1.4 人地耦合系统脆弱性分析

2000—2015 年，舟山市人地耦合系统脆弱性波动特征明显，稳定程度较低，与自然系统的脆弱性变化幅度基本一致。根据人地耦合系统脆弱性数值变化特点，以 2004 年为界，将其划分为两个阶段：

第一阶段（2000—2004 年），舟山市人地耦合系统脆弱性基本呈现逐年递增，人地耦合系统脆弱性指数由 2000 年的 1.4009 增至 2004 年的 2.4284，平均值 1.8599。原因在于自 1990 年代普陀山进香朝拜以来，舟山市初步形成以普陀山、沈家门、朱家尖为中心，嵎泗、岱山和桃花诸岛相辅佐，南北中相呼应的旅游格局，推出海上垂钓、帆船冲浪、铁塔跳伞、实弹射击等一批参与性强、体现海岛特色的旅游产品，增加旅游交通和接待设施的资金投入以及旅游宣传促销力度，在此影响下，舟山市“海岛旅游热”不断升温，游客接待量呈现快速增长，然而，旅游城市化背景下的盲目开发与大拆大建严重破坏当地景观，高资源消耗与高污染排放的发展模式不断引发环境污染和生态危机，加上旅游产品重复建设、特色品牌相对缺失、交通运输可达性差、管理体制较为落后等诸多方面的制约，自然、社会和经济应对能力明显滞后于旅游业的快速发展需求，因此人地耦合系统脆弱性增强。

第二阶段（2004—2015 年），舟山市人地耦合系统脆弱性整体呈现波动递减，人地耦合系统脆弱性指数由 2004 年的 2.4284 降至 2015 年的 1.4273，平均值 1.0963。原因在于针对海岛旅游产生的一系列问题，相关政府部门提出坚决避免过度开发，大力提倡循环经济、低碳经济等绿色经济发展，在《关于加强海岛管理开发建设与保护工作有关情况的报告》《中华人民共和国海岛保护法》《全国海岛保护规划》等的指导下，倡导以文化旅游为主导的生态旅游，合理确定海岛旅游容量，提高旅游环境承载力和可持续发展能力，这在一定程度上降低了人地耦合系统脆弱性（图 2）。

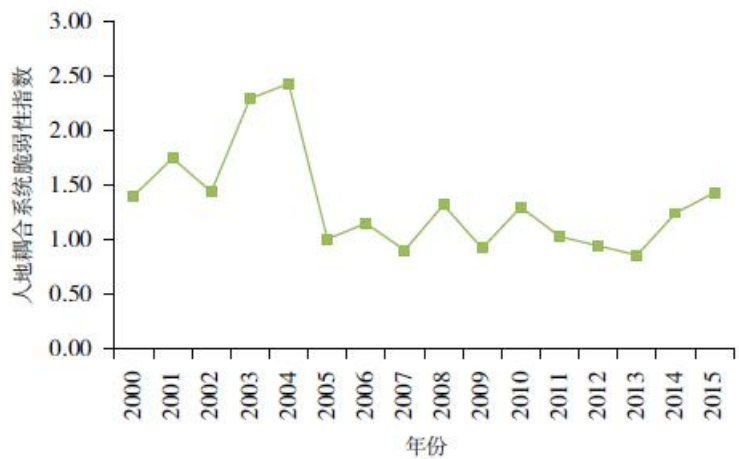


图 2 2000—2015 年舟山市人地耦合系统脆弱性变化趋势
Fig.2 Changing trends about vulnerability of coupled human-environment system in Zhoushan City from 2000 to 2015

4.2 舟山市人地耦合系统脆弱性障碍因子诊断

4.2.1 单项指标障碍因子诊断

4.2.1.1 敏感性指标障碍因子诊断。敏感性指标的障碍度平均值 6.2498%。旅游 S02 排放量>旅游总人数>旅游废水排放量>旅游总收入>旅游总收入比上年增长是前五位敏感性障碍指标，障碍度平均值依次为 6.2508%、6.2505%、6.2504%、6.2501%和 6.2500%。其中，旅游 S02 排放量和旅游废水排放量属于自然系统敏感性指标，说明自然系统敏感性对人地耦合系统

脆弱性的障碍作用相对突出，旅游 TOD 模式的推广、私家车汽车尾气的净化排放、旅游盈利机构污水的集中治理以及旅游者环境保护意识的提升等应成为人地耦合系统脆弱性降低的首要关注问题之一。

旅游总收入和旅游总收入比上年增长属于经济系统敏感性指标，可见经济系统敏感性的障碍作用次之，未来应该进一步加快经济结构调整和经济方式转变，做大做强海岛旅游经济，尤其是民宿旅游、文化旅游、邮轮旅游等，实现旅游产品的多元化与高端化经营，提高海岛旅游收入，进一步提升其在城市发展中的主导地位。

4.2.1.2 应对能力指标障碍因子诊断。应对能力指标的障碍度平均值 6.2564%，比敏感性指标的障碍作用更为明显。建成区绿化覆盖率>星级饭店床位数>星级饭店客房数>生活用水供应量>人均道路面积是前五位应对能力障碍指标，障碍度均值依次为 6.2840%、6.2829%、6.2712%、6.2522%和 6.2509%。其中，星级饭店床位数、星级饭店客房数和人均道路面积属于社会系统应对能力指标，这说明社会系统应对能力是人地耦合系统脆弱性的主要障碍因子，未来应重点提升星级饭店规模、建筑设备、服务质量和管理水平，实现空间布局上的相对均衡，提升旅游接待水平，通过完善道路基础设施和停车配套设施，重点治理“断头路”、“蜂腰路”和“瓶颈路”、加强道路管理水平，打造智能交通体系，破解交通拥堵难题。

建成区绿化覆盖率和生活用水供应量属于自然系统应对能力指标，未来应该继续坚持“国家园林城市”和“海上花园城市”的建设目标，做好完善的绿地系统规划，抓好高品质和示范性强的优秀绿化工程建设，提升道路绿化档次和绿化品味，重点关注海水淡化工程的推进、淡水存储和供应方式的丰富、全民节水意识的提升以及饮用水卫生的监督检测等。

4.2.2 子系统障碍因子诊断

子系统障碍度大小排序为自然脆弱性>社会脆弱性>经济脆弱性，障碍度平均值分别为 50.7526%、46.6944%和 40.0012%。可见，影响舟山市人地耦合系统脆弱性的主要障碍子系统是自然脆弱性，未来应该坚持科学发展观与可持续发展理念，以推动海岛生态文明为根本宗旨，将“生态+”理念贯穿于海岛旅游开发的全过程，遵循《全国海岛保护工作“十三五”规划》，做好海岛生态系统修复以及自然岸线与生物多样性的保护工作，将近岸海域环境综合整治纳入中长期生存安全与发展战略。

社会脆弱性是制约舟山市人地耦合系统脆弱性的潜在障碍子系统，应当引起足够重视，尤其关注旅游综合服务体系的建设和旅游管理体制机制的创新两个方面，其中前者侧重陆岛交通一体化的实现以及多种运输方式的无缝衔接，酒店和旅行社的规范化整治，旅游服务人员的素质提升，旅游人才的引进等，后者侧重发挥旅游管理委员会的作用，明确旅游主管部门的组织协调职能，吸引旅游行业协会的积极参与，探索与舟山海岛旅游相适应的管理新模式，以此全面提升海岛旅游综合承载力。

经济脆弱性对于舟山市人地耦合系统脆弱性的障碍作用最弱，但仍需加大海岛旅游工作的投入力度，建立多元化、多渠道的投融资机制，全面丰富旅游消费热点，整合观音文化、武侠文化和军事文化，打造国际级海洋文化旅游品牌，加快邮轮、游艇等新业态和精品“渔家乐”项目的发展，做大做强海洋节庆旅游，实现“一岛一特色”旅游开发，合理规划与开发无居民海岛等，促进海岛休闲旅游的持续健康发展。

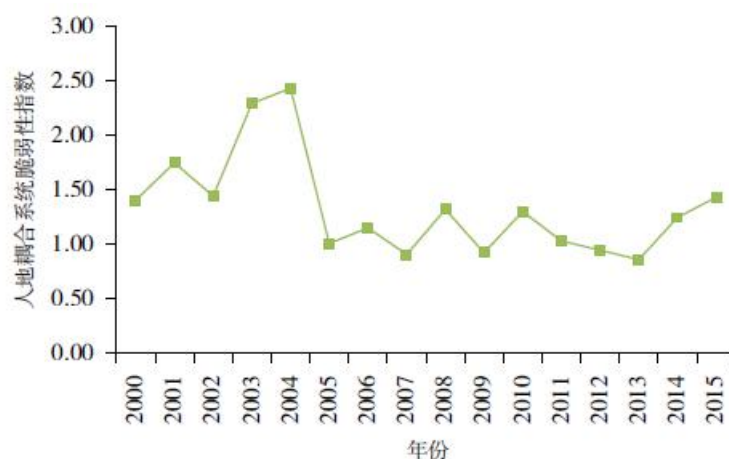


图2 2000—2015年舟山市人地耦合系统脆弱性变化趋势
Fig.2 Changing trends about vulnerability of coupled human-environment system in Zhoushan City from 2000 to 2015

5 结论与讨论

本文以舟山市为例，对海岛型旅游目的地人地耦合系统脆弱性的时序演变特征及其障碍因素进行量化诊断，这不仅有利于人地关系理论研究的进一步突破，而且对于改善海岛人居环境，实现人海关系协调，推进海洋强国建设等具有重要的实践价值。通过分析总结，得出以下三点结论：

第一，舟山市敏感性大致呈现经济系统>自然系统>社会系统，平均值依次为 0.0698、0.0664、0.0408，旅游活动对经济系统的干扰强度最大；应对能力呈现自然系统>经济系统>社会系统，平均值依次为 0.1072、0.0634 和 0.0322，面对海岛旅游产生的敏感性影响，自然系统的应对能力较为理想；脆弱性呈现自然系统>社会系统>经济系统，平均值依次为 1.2521、1.2390 和 1.0955，可见自然系统脆弱性最强。

第二，舟山市人地耦合系统脆弱性的波动特征明显，与自然系统脆弱性的变化幅度基本一致。以 2004 年为界，大致划分为两个阶段，2004 年以前人地耦合系统脆弱性基本呈现逐年递增，脆弱性得分由 1.4009 增至 2.4284，平均值 1.8599，2004 年以后人地耦合系统脆弱性整体呈现波动递减，脆弱性得分由 2.4284 降至 1.4273，平均值 1.0963。

第三，敏感性指标的障碍度平均值 6.2498%，旅游 SO₂ 排放量>旅游总人数>旅游废水排放量>旅游总收入>旅游总收入比上年增长是前五位敏感性障碍指标；应对能力指标的障碍度均值 6.2564%，建成区绿化覆盖率>星级饭店床位数>星级饭店客房数>生活用水供应量>人均道路面积是前五位应对能力障碍指标；三个子系统障碍因子大小排序为自然脆弱性>社会脆弱性>经济脆弱性。

综上所述，人地耦合系统脆弱性的本质内涵较为深厚，全面实现海岛型旅游目的地人地协调这一实践工作需要循序渐进，因此又是一个复杂的系统工程。本文对舟山市人地耦合系统脆弱性评价及其障碍因子诊断的研究成果是较为初步的，今后将在区域选择、指标选取、方法应用、机理分析和政策响应等方面进行深入探索。

参考文献:

- [1] Timmerman P. Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications [M]. Toronto, Canada: Institute for Environmental Studies, University of Toronto, 1981.
- [2] 方创琳, 王岩. 中国城市脆弱性的综合测度与空间分异特征 [J]. 地理学报, 2015, 70(2): 234 - 247.
- [3] 杜德斌, 段德忠, 杨文龙, 等. 中国经济权力空间格局演化研究——基于国家间相互依存的敏感性与脆弱性分析 [J]. 地理学报, 2016, 71(10): 1 741 - 1 751.
- [4] 李飞, 成升魁, 于会录, 等. 国家地缘脆弱性探索——缅甸案例及对中国地缘战略启示 [J]. 地理科学进展, 2016, 35(6): 737 - 746.
- [5] 李鹤, 张平宇. 全球变化背景下脆弱性研究进展与应用展望 [J]. 地理科学进展, 2011, 30(7): 920 - 929.
- [6] 史培军, 王静爱, 陈婧, 等. 当代地理学之人地相互作用研究的趋向——全球变化人类行为计划(IHDP)第六届开放会议透视 [J]. 地理学报, 2006, 61(2): 115 - 126.
- [7] 刘小茜, 王仰麟, 彭建. 人地耦合系统脆弱性研究进展 [J]. 地球科学进展, 2009, 24(8): 917 - 927.
- [8] 田亚平, 向清成, 王鹏. 区域人地耦合系统脆弱性及其评价指标体系 [J]. 地理研究, 2013, 32(1): 55 - 63.
- [9] 孙平军, 修春亮. 脆弱性视角的矿业城市人地耦合系统的耦合度评价——以阜新市为例 [J]. 地域研究与开发, 2010, 29(6): 75 - 79.
- [10] 宋永永, 米文宝, 仲俊涛, 等. 宁夏限制开发生态区人地耦合系统脆弱性空间分异及影响因素 [J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(11): 85 - 91.
- [11] 贺祥. 基于熵权灰色关联法的贵州岩溶山区人地耦合系统脆弱性分析 [J]. 水土保持研究, 2014, 21(1): 283 - 289.
- [12] 王辉, 马婧, 刘小宇, 等. 辽宁省 14 市与长山群岛旅游空间相互作用研究 [J]. 地理科学, 2017, 37(3): 367 - 374.
- [13] 周彬, 钟林生, 陈田, 等. 舟山群岛旅游生态健康动态评价 [J]. 地理研究, 2015, 34(2): 306 - 318.
- [14] 党二莎, 胡文佳, 陈甘霖, 等. 基于 VSD 模型的东山县海岸带区域生态脆弱性评价 [J]. 海洋环境科学, 2017, 36(2): 296 - 302.
- [15] 李锋. 旅游经济脆弱性: 概念界定、形成机理及框架分析 [J]. 华东经济管理, 2013, 27(3): 76 - 81.
- [16] 张立新, 杨新军, 陈佳, 等. 大遗址区人地系统脆弱性评价及影响评价——以汉长安城大遗址区为例 [J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1 848 - 1 859.

-
- [17] 孙才志, 覃雄合, 李博, 等. 基于 WSBM 模型的环渤海地区海洋经济脆弱性研究 [J]. 地理科学, 2016, 36(5): 705 - 714.
- [18] 张建国, 庞赞. 城市河流旅游开发适宜性评价模型建构及实证分析 [J]. 经济地理, 2017, 37(2): 209 - 215.
- [19] 侯纯光, 程钰, 任建兰, 等. 环渤海地区城市脆弱性时空格局演变及其障碍因素研究 [J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2017, 40(1): 1 - 9.
- [20] 韩美, 路广, 史丽华. 东营市海岸带区域综合承载力评估 [J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(2): 93 - 101.
- [21] 尹鹏, 刘曙光, 陈才. 中国沿海城市群城镇化效率测度及其障碍因子诊断 [J]. 华东经济管理, 2017, 31(7): 68 - 74.
- [22] 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.