

海岛经济体脆弱性综合评价与动态演变研究 ——以舟山市为例

孙剑锋¹, 秦伟山^{1,2}, 曹万云¹, 李世泰¹, 孙海燕¹

(1. 鲁东大学 资源与环境工程学院, 山东 烟台 264025; 2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 海岛经济体脆弱性是指在海岛经济体发展过程中, 资源、社会、经济和生态环境等方面呈现出不同程度的可持续发展能力的损坏。从时间序列的视角对海岛经济体脆弱性动态演变过程及发生机理进行研究是针对性提出海岛脆弱性治理的重要途径。作者以舟山市为例, 从资源-生态环境-经济-社会综合研究视角, 采用综合指数法对 1996—2016 年舟山市脆弱性动态演变特征进行分析。研究表明: 1996—2016 年, 舟山市资源脆弱性、经济脆弱性、社会脆弱性总体呈下降趋势, 生态环境脆弱性“先升后降再升”, 呈周期性变化; 由各子系统对综合脆弱性的影响程度来看, 综合脆弱性由生态环境脆弱性和社会脆弱性主导向各子系统均衡影响转变; 舟山市脆弱性发展演变过程是自然资源条件、经济发展方式、政府宏观调控相互影响、相互制约的结果, 并依据其驱动机制提出相应的应对措施。

关键词: 海岛经济体脆弱性; 综合评价; 动态演变; 舟山市

中图分类号: F127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2018)06-0096-11

DOI: 10.11759/hyxx2017122003

伴随着全球变化对人类社会发展和生态环境的影响日益加深, 可持续发展已经成为当今地学界探讨人地关系和谐发展重要途径之一^[1-2], 而脆弱性研究作为全球变化和可持续发展领域关注的热点问题和重要的分析工具^[3], 得到了学者们极大关注和深入探讨。脆弱性研究也由自然灾害学拓展到多个学科领域, 成为一种跨学科综合性的研究视角^[4]。在研究区域选择上, 以森林生态系统^[5-7]、草原生态系统^[8-10]、湿地生态系统^[11]为主要载体的陆地生态系统和城市地域系统^[13-16]等陆域系统单元是学者们研究的重点, 已经形成比较全面和完善的评价体系, 而针对海洋生态系统脆弱性的研究相对较少^[12]。随着对海洋战略地位和价值的认识过程不断深入, 海洋对促进人类社会可持续发展具有与日俱增的作用和重要性, 针对海洋系统的脆弱性研究理应得到更多关注, 目前关于海洋系统的脆弱性研究, 研究视角主要集中在海洋生态环境^[17]、海岸带生态系统的评估以及海岛生态环境和旅游开发^[18-19], 海洋经济系统的脆弱性评价主要以旅游型海岛为研究对象, 探究其产业发展特点及提出优化对策^[20-21]。

海岛自然资源丰富、战略位置优越, 既是开发海洋的天然基地, 也是国民经济走向海洋的据点和海外经济通向内陆的“岛桥”^[22], 海岛经济体是依托海

岛优势条件, 具有一定地域特色和特殊发展路径的地域经济单元, 是人-海-陆耦合系统中的重要组成部分。21 世纪来, 综合自然、生态、环境、经济、社会、人文等诸多要素的人地耦合关系系统的脆弱性研究逐渐成为脆弱性研究的主要方向^[23-25]。由于独特的地域环境, 海岛脆弱性特征相较于陆地有明显性和特殊性, 生态系统脆弱性以及旅游型海岛脆弱性是当前海岛脆弱性研究的主要内容, 针对海岛生态-社会耦合系统的综合脆弱性研究尚处起步阶段, 尤其是基于资源-生态环境-经济-社会综合性视角的海岛型经济体综合脆弱性动态演变研究有待补充。

作者以舟山市为研究对象, 尝试从资源-生态环境-经济-社会综合研究视角, 构建脆弱性评价体系, 基于综合评价法和构建 BP 神经网络模型对舟山市脆弱性进行定量评价, 探究其脆弱性特征及动态演

收稿日期: 2017-12-20; 修回日期: 2018-02-25

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

[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41501129, Soft Science Research Program Project of Shandong Province, No. 2017RKB 01079]

作者简介: 孙剑锋(1993-), 男, 山东诸城人, 研究生, 主要从事海洋与海岛脆弱性研究, 电话: 18254560796, E-mail: 18363869571@163.com; 通信作者: 秦伟山, 主要从事海洋与海岛脆弱性研究, 电话: 13022757600, E-mail: weishan93@126.com

变过程,揭示脆弱性变动规律,探讨脆弱性动态演变驱动机制并提出相应的应对措施,以期为海岛经济体可持续发展提供理论依据和案例借鉴。

1 海岛经济体脆弱性概念与研究方法

1.1 海岛经济体脆弱性概念和内涵

海岛经济体相对于陆域经济体,地域孤立、生境敏感、产业结构单一、市场容量有限、发展空间狭小^[25]。海岛经济体脆弱性特征主要体现在3个方面:(1)“敏感性”强,内部环境系统极易受到外界不良因素的扰动,导致原有环境机理发生不协调变动,影响环境整体稳定性;(2)“易损性”强,由于其生态环境的单一性及人类活动的高度密集性,导致海岛经济体综合系统在受到外界胁迫时,抵抗能力弱,受损范围大、程度深,系统各方面容易出现不同程度的可

持续发展能力的损坏;(3)“恢复性”弱,海岛经济体脆弱性恢复性不足主要表现在生态环境由于其自身局限性等原因自我修复能力弱,再者,由于高度紧张的人地关系,社会经济系统面对灾损的反应和应对能力也相对不健全。

因此,海岛经济体脆弱性概念应该基于海岛经济体综合系统典型特征来加以定义,结合脆弱性已有研究成果和海岛经济体相对于陆域城市的差异,作者认为海岛经济体脆弱性是指在海岛经济体发展过程中,因海岛特殊地域背景和人类开发活动造成的海岛“人地关系系统”在资源、社会、经济和生态环境等方面呈现出不同程度的可持续发展能力的损坏。海岛经济体的脆弱性包含4个子系统:(1)海岛资源系统的脆弱性;(2)海岛生态环境系统的脆弱性;(3)海岛经济系统的脆弱性;(4)海岛社会系统的脆弱性(图1)。

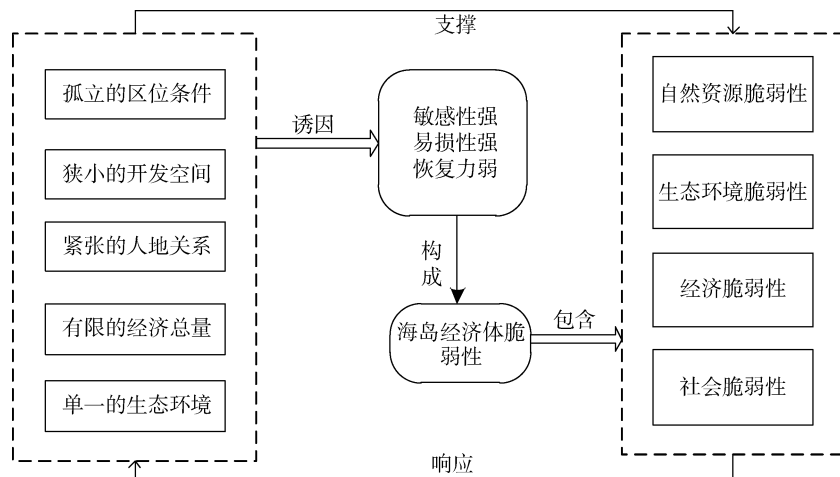


图1 海岛经济体脆弱性评价基本框架

Fig. 1 Basic framework for island economy vulnerability assessment

1.2 研究方法

1.2.1 研究区概况

舟山市位于浙江省东北部,东临东海、西靠杭州湾、北接上海市,是长江三角洲海上门户。舟山陆地面积1 440.12 km²,其中市区面积988 km²,现辖普陀区、定海区、嵊泗县、岱山县2区2县。截至2016年,舟山常住总人口115.2万人,户籍人口97.6万,城镇化率66.9%,居浙江省第四位,城镇化发展已经进入中后期阶段,增速放缓明显,且区域间城镇化发展水平和质量存在较大差距,市郊和渔农村地区城镇化水平较低。舟山人口密度为800人/km²,远远高于全国平均水平,人地关系极为紧张,资源环境承载压力过大。近年来,舟山旅游业发展迅猛,对经

济发展起决定性作用,2016年全年接待国内外游客共3 876.22万人次,旅游总收入552.18亿元,但存在国际旅游客源市场狭小,品牌效应弱,旅游管理机制滞后,内耗严重等问题。舟山群岛拥有世界上最好的深水岸线资源,大宗散货“水水中转”功能在长三角港口群中的比较优势明显^[27]。伴随着渔业资源的枯竭和近海养殖产品质量下降,资源环境恶化限制旅游资源品质提升,以及当前全球经济环境不景气和国家经济增速放缓等原因,舟山海洋船舶行业发展很难得到质的提高。鉴于此,舟山目前的发展状况极其不稳定,极易受到外部环境变化影响冲击和内部不稳定因素的干扰,且海岛地区本身固有的局限性,舟山市具有典型的脆弱性特征。

1.2.2 海岛经济体脆弱性评价体系

评价体系的构建决定脆弱性评价结果合理性和准确性。海岛经济体脆弱性评价体系由资源脆弱性、生态环境脆弱性、经济脆弱性和社会脆弱性 4 部分组成, 选取 37 项指标^[28], 建立与之对应的评价指标体系, 单项指标权重确定采用主成分分析方法进行计算, 运用综合指数法计算各子系统脆弱性指数(公式 1), 海岛经济体综合脆弱性指数通过构建 BP 神经网络模型模拟运算得出^[29], 脆弱性指数越大即脆弱性程度越高。

海岛经济体脆弱性分指数计算模型:

$$U_i = \sum_{j=1}^n W_{ij} U_{ij} \quad (1)$$

式中, U_i 代表脆弱性分指数, n 代表指标数量, U_{ij} 代表单项指标标准化后数据, W_{ij} 代表单项指标权重。

1.2.3 指标选取与数据来源

合理的指标选取是构建评价体系的关键所在, 本研究在指标选取过程中, 突出体现海岛经济体在自然资源、生态环境、经济社会发展等方面与陆域经济体的差异性, 指标体系构建完成后, 首先对数据进行了标准化处理, 采用逐步回归的方法对所选择的指标体系进行了检验, 剔除了一些相关性极强的指标, 保证指标之间的独立性、代表性, 消除了多重共线性问题(表 1)。舟山市脆弱性综合评价指标体系中, 大部分数据来源于《舟山市统计年鉴》(1996—2016)、《舟山国民经济发展统计公报》(1996—2016)和《中国城市统计年鉴》(1996—2016), 部分生态环境评价指标数据来源于相应年份《浙江省环境状况公报》和《舟山环境状况公报》, 个别缺失数据由相邻年份值插值补齐。

表 1 海岛经济体脆弱性指标体系
Tab. 1 Island economies vulnerability evaluation index system

目标层	指标层	权重	单位	性质
自然资源脆弱性	自然灾害损失	0.027596458	万元	正
	岛陆联系强度	0.026687069	万人	负
	人均海岸线长度	0.013489215	m	负
	人均水资源	0.020578847	m ³	负
	人均土地面积	0.013489215	m ²	负
	人均生态用地面积	0.026566946	m ²	负
	人均建设用地面积	0.033735129	m ²	负
	人均居民生活电量	0.034106305	kW/h	负
	旅游资源丰度	0.031950277	元	负
生态环境脆弱性	人均渔业资源	0.032323806	元	负
	近海水质达标率	0.023116208	%	负
	工业污水排放达标率	0.02149124	%	负
	城市垃圾处理率	0.031147299	%	负
	空气质量优良天数比例	0.021966287	%	负
	森林覆盖率	0.025148668	%	负
	环境治理投入占财政收入比	0.031445502	%	负
	建成区绿化覆盖率	0.029767823	%	负
经济脆弱性	工业固体废弃物利用率	0.020199797	%	负
	港口货物吞吐量	0.034540379	t	负
	第三产业占 GDP 比例	0.015522682	%	负
	霍夫曼系数	0.028930201	%	正
	经济外向度	0.024189773	%	负
	居民年均可支配收入	0.034178989	元	负
	人均 GDP	0.034805115	元	负
	万元 GDP 电耗	0.009622236	kW/h	正
科技投入占财政支出比重	0.031524996	%	负	

续表

目标层	指标层	权重	单位	性质
社会脆弱性	人口密度	0.036152443	人/km ²	正
	人口自然增长率	0.011313967	%	负
	万人医护人员数	0.034685542	人	负
	万人普通中学在校人数	0.036782422	人	负
	文化体育行业投入	0.028923277	%	负
	城市化率	0.030892945	%	负
	人均固定资产投资额	0.033195127	元	负
	互联网普及率	0.031101738	%	负
	社会保险覆盖率	0.03206502	%	负
	城镇登记失业率	0.025578836	%	正
	恩格尔系数	0.021188221	%	正

1.2.4 BP神经网络模型

BP神经网络模型输入值为各单项指标经极差标准化处理后的数据, 隐含层节点数由公式(2)计算得出, 期望值由公式(3)计算得出, 借助 Matlab 神经网络工具箱构建、模拟 BP 神经网络模型, 在 MATLAB 软件中分别设定输入层、隐含层、输出层神经元个

数为 37、12、1, 采用训练函数 trainlm 函数, 学习速率 lr 0.05, 动量因子缺省 mc 为 0.9, 训练要求精度为 1e-4, 最大训练次数 epochs 为 10000 次, 训练目标函数误差 goal 为 0.0001, 训练 18 次后达到误差要求, 得出最终训练值, 做为舟山综合脆弱性评价价值(表 2)。

表 2 舟山历年脆弱性指数(1996—2016)

Tab. 2 Vulnerability index over the years of Zhoushan(1996-2016)

年份	自然资源脆弱性	生态环境脆弱性	经济脆弱性	社会脆弱性	综合脆弱性
1996	-0.04061	-0.12314	-0.01818	-0.10422	-0.28554
1997	-0.02391	-0.12623	-0.02445	-0.09598	-0.27116
1998	-0.01633	-0.11071	-0.03676	-0.09508	-0.25834
1999	-0.01900	-0.08327	-0.04555	-0.10341	-0.24985
2000	-0.02347	-0.09789	-0.04435	-0.12088	-0.28179
2001	-0.02779	-0.09357	-0.03114	-0.11896	-0.26934
2002	-0.03314	-0.08610	-0.02947	-0.12104	-0.26869
2003	-0.04342	-0.05840	-0.04749	-0.12009	-0.26937
2004	-0.04613	-0.07649	-0.05112	-0.12498	-0.29498
2005	-0.06464	-0.08905	-0.06245	-0.12468	-0.34186
2006	-0.08307	-0.09549	-0.06987	-0.13347	-0.38276
2007	-0.07491	-0.13444	-0.07518	-0.12135	-0.41342
2008	-0.09943	-0.12803	-0.08182	-0.13012	-0.43849
2009	-0.11137	-0.14307	-0.10256	-0.13916	-0.49614
2010	-0.12060	-0.16051	-0.08436	-0.14803	-0.51327
2011	-0.12675	-0.15628	-0.09760	-0.16649	-0.54767
2012	-0.15303	-0.14947	-0.11497	-0.17520	-0.59224
2013	-0.18882	-0.15315	-0.13437	-0.17430	-0.65102
2014	-0.17627	-0.13410	-0.14010	-0.18272	-0.63319
2015	-0.20990	-0.13272	-0.15298	-0.19313	-0.68869
2016	-0.21830	-0.13598	-0.16266	-0.18935	-0.70617

$$l = \sqrt{n+m} + a \quad (2)$$

式中, l 为隐含层节点数值; n 为输入层节点数值即为 37; m 为输出层节点数值, 即为 1; a 的取值范围为 [1, 10] (a 取整数)。

BP 神经网络期望值计算模型:

$$V_{cv} = V_{rev} * w_1 + V_{env} * w_2 + V_{sov} * w_3 + V_{ecv} * w_4 \quad (3)$$

式中, V_{cv} 表示综合脆弱性指数; V_{rev} 表示资源脆弱性指数, V_{env} 表示生态环境脆弱性指数, V_{sov} 表示社会脆弱性指数, V_{ecv} 表示经济脆弱性指数; w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 分别为其权重。

2 舟山脆弱性演变特征

2.1 自然资源脆弱性动态演变特征

舟山市资源脆弱性指数由 1996 年的 -0.04 下降到 2016 年的 -0.22, 自然资源脆弱性呈明显下降趋势。自然资源脆弱性阶段性变化差异明显(图 2)。1996—1998 年为上升阶段, 1999—2006 年为平稳下降阶段, 2007—2016 年为波动下降阶段。舟山自然资源脆弱性周期变化与渔业资源和旅游资源的开发程度有直接关系。渔业和旅游业是舟山发展的产业支撑和经济优势; 舟山渔场是全国最大的渔场, 渔业一直是舟山海洋经济的主要组成部分, 发展方式日趋多样, 产业结构不断优化, 渔业规模持续扩大。1996—2003 年渔业产值平均每年增长 4.01%, 2004—2009 年平均每年增长 5.63%, 2010—2015 年, 平均每年增长 14.68%。2009 年, 舟山跨海大桥正式通车, 舟山与宁波、杭州的车程距离大大缩短, 使舟山更紧密地融入长三角经济圈, 极大地推动了旅游业的发展, 游客数量和旅游收入增长明显, 3 个阶段的平均增长率分别为 18.52%、28.4%、29.48%。



图 2 1996—2016 年舟山市自然资源脆弱性变化趋势

Fig. 2 The changing trends of natural resources vulnerability in Zhoushan

但目前舟山资源环境状况存在一些问题, 致使舟山资源脆弱性特征日趋明显。其中, 舟山水资源短缺, 地下水储量少, 水资源补给主要依靠大气降水, 且蓄水工程小而散、能力弱、效率低, 供求矛盾极为突出, 人均水资源量储量常年低于 1 000 m³, 仅为全国人均水平的 1/3。其次, 伴随着舟山近年来渔业资源的大规模、非可持续性开发, 近海海水水质污染严重, 管理体制不健全以及中日、中韩渔业协定的签订和生效等原因, 舟山渔业发展面临着产量增速放缓、质量日趋低下、成本逐渐提高等问题, 渔业发展竞争力有待提高。舟山群岛旅游资源类型多样, 集海岛自然风光和海洋文化、佛教文化于一体, 舟山依靠“海天佛国”普陀山的佛教文化资源品牌效应, 旅游业发展起步早, 规模效益巨大, 但存在客源市场单一、管理体制建设滞后、环境质量依赖性大等制约旅游发展因素, 需要加强管理, 合理规划, 增强旅游品牌建设, 开拓海外市场, 增强整体竞争力。

2.2 生态脆弱性动态演变特征

舟山市生态环境脆弱性指数波动特征明显, “周期性”变化特征比较明显, 表明舟山生态环境比较敏感, 受外界干扰的可能行较大(图 3)。舟山群岛四面环海, 属亚热带季风气候, 生态先天条件优越, 影响和制约生态环境质量的主要因素是人类生产生活所排放的各种未经处理的污染物对城市生态系统和海洋生态系统的不良影响。自 2004 年开始, 舟山市全面开展生态市建设, 推动“碧水、蓝天、绿色”三大工程实施, 加快城市环境基础设施建设, 加强环境综合整治, 环境保护与管理能力有新提高, 环保投入的增加极大地改善了城市生态弹性和生活环境质量,

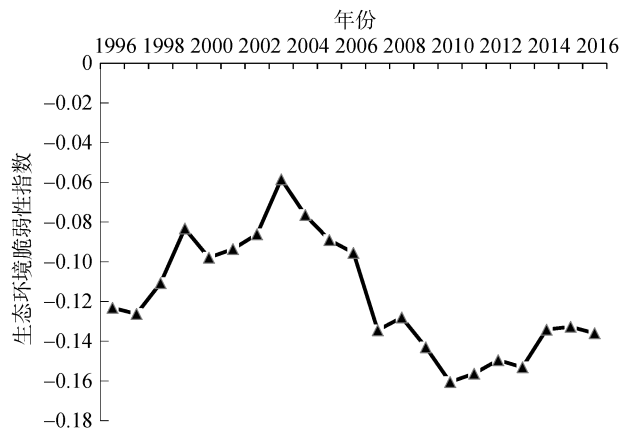


图 3 1996—2016 年舟山市生态环境脆弱性变化趋势

Fig. 3 The changing trends of eco-environment vulnerability in Zhoushan

舟山市 2004—2009 年生态环境脆弱性呈明显下降趋势。但由于宁波—舟山港的整合发展,港口物流行业及舟山城市化进程的加快使环境压力较大,环境质量有所下降,生态环境脆弱性有上升趋势。

近海海水水质污染状况难以改善是困扰舟山海洋生态环境质量的一大难题,近海海水水质达标率常年维持在 21%左右,其中临港工业和港口物流业的急速发展,海上油田开发导致的原油泄漏,靠近长江、钱塘江、甬江的出海口,以及地处大陆架、潮汐、洋流等原因,给舟山海水污染处理带来极大的困难,海水水质达标率低,的局面短时间内无法改变甚至有更加严重的可能,而城市化进程加快和人口压力制约了城市生态系统自我恢复能力,因此加强城市生态环境的保护和治理并遏制海洋环境质量的逐渐恶化是舟山降低生态环境脆弱性的主要途径。

2.3 经济脆弱性动态演变特征

舟山市经济脆弱性指数由 1996 年的-0.018 下降到 2015 年的-0.163(图 4),经济脆弱性不断下降,表明舟山经济发展水平稳步提升,体现在经济规模不断扩大、经济结构不断优化、经济效率不断提高。随着工业化进程的不断加快,产业结构向多元化、复合型、创新型方向转变以及 2011 年舟山群岛新区成立,舟山经济迎来快速发展的黄金时期,2001—2016 年 GDP 年均增长率达 12.8%,舟山经济脆弱性不断降低。由于舟山港口物流产业的优势地位以及宁波舟山港的协同建设,港口经济迅速崛起是舟山近年来保证经济快速发展的重要原因,因此舟山经济外向度特征明显,但极易受到外部经济大环境背景的影响,2008—2010 年舟山经济脆弱性变化波动明显。

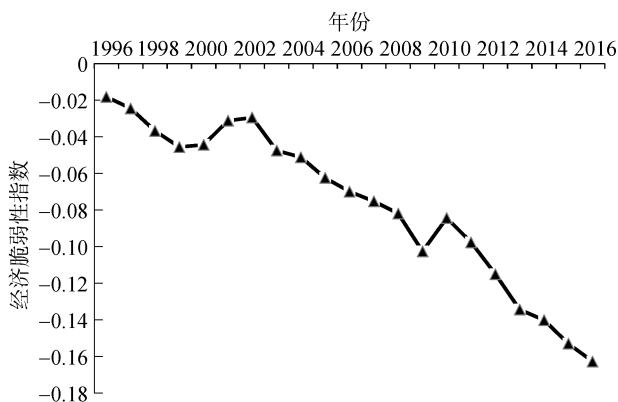


图 4 1996—2016 年舟山市经济脆弱性变化趋势

Fig. 4 The changing trends of economic vulnerability in Zhoushan

近年来随着第三产业和高新技术产业规模的显著增加,科技投入占财政支出的比重不断加大以及舟山群岛新区的快速建设,舟山势必将成为中国海洋经济发展先导区、长三角经济发展的重要增长极、东部重要的海上开放门户,将为舟山经济持续健康稳定发展提供充足保障和必要支撑。

2.4 社会脆弱性动态演变特征

舟山市社会脆弱性指数由 1996 年的-0.104 下降到 2016 年的-0.189(图 5),社会脆弱性呈稳步下降趋势。虽然人口发展已经影响到舟山社会经济的可持续发展,但舟山在社会基础设施建设、公共服务建设、社会保障建设等方面取得较快发展。城市文化、教育、医疗、社会保险等建设日益完善,人民生活水平和生活环境质量不断提高。与此同时,伴随城市化水平的不断提高,舟山市不断推进城乡协调发展,城乡二元结构逐渐消失,城乡居民收入差距逐渐缩小,2016 年城乡收入比仅为 1.73 : 1,低于国际标准值 2.00 : 1。

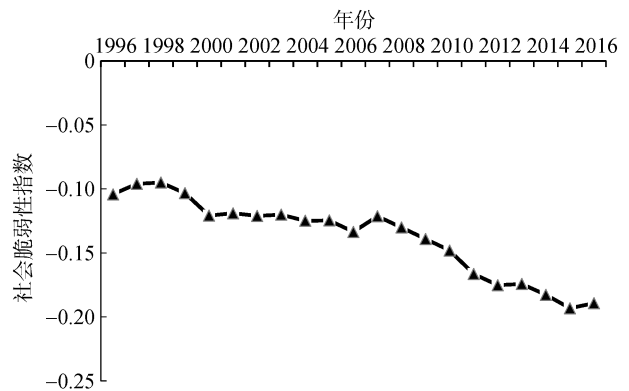


图 5 1996—2016 年舟山市社会脆弱性变化趋势

Fig. 5 The changing trends of society vulnerability in Zhoushan

但另一方面,舟山人多地狭,截至 2016 年,平均人口密度已达 800 人/km²,是浙江省平均水平的 1.5 倍。1996—2016 年,流动人口常年稳定在 20 万人左右,连续 14 年出现人口负增长情况,“人口红利”已经转向“人口负债”。人口增长是地区发展的重要因素,但人口的数量、结构以及习惯的变动,往往不是在短时期内可实现的,其对经济社会的影响也是潜移默化的。近几年随着舟山新区建设以及舟山生态环境质量明显改善等利好因素的叠加,企业、大学以及高职院校纷纷进驻崛起,集聚了人气,吸引了大量青年人才,舟山社会稳定性明显增强。

2.5 舟山市综合脆弱性演变特征

1996—2016年,舟山综合脆弱性指数由-0.286下降到-0.706,整体脆弱性呈下降趋势(图6)。其中,1999年脆弱性指数最高,主要由于1999年处于舟山经济社会转型发展阶段,人口规模不断扩大,工业经济发展迅速,城市建设稳步推进,人地关系极为紧张。环境承载压力过大,因而导致自然资源脆弱性、生态环境脆弱性、社会脆弱性均处于较高水准;但随后舟山脆弱性呈逐渐下降趋势,至2016年达到最低状态。舟山脆弱性变化大致分为3个阶段:1996—2003年为相对稳定阶段,2004—2012年为持续下降阶段,2013—2016年为波动下降阶段。

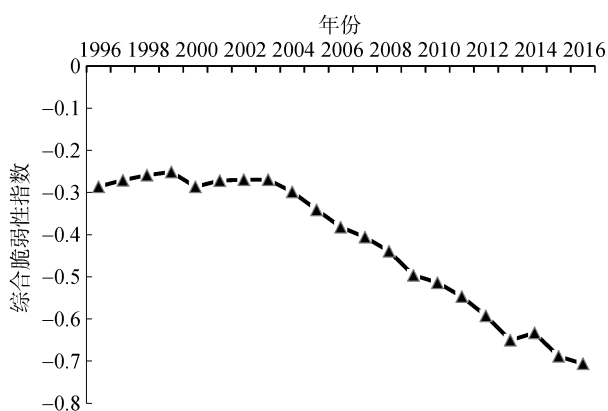


图6 1996—2016年舟山市综合脆弱性变化趋势

Fig. 6 The changing trends of comprehensive vulnerability in Zhoushan

由构成综合脆弱性的各子系统脆弱性贡献率来看,资源脆弱性、生态环境脆弱性、经济脆弱性和社会脆弱性4个子系统的贡献率分别为21.5%、27.9%、18.1%和32.5%(图7),社会脆弱性是影响舟山综合脆弱性的

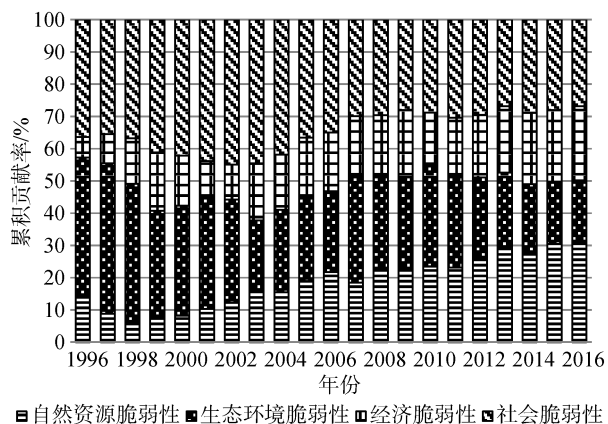


图7 1996—2016年舟山市综合脆弱性贡献率变化趋势

Fig. 7 The changing trends of comprehensive vulnerability contribution rate in Zhoushan

弱性的主导因素。但各阶段影响因素变化情况有所波动;1996—2016年间,自然资源脆弱性累计贡献率呈快速上升趋势,由8.8%(1997年)上升到30.9%;生态脆弱性贡献率呈下降趋势并趋于稳定,贡献率由43%(1996年)下降到27.9%。经济脆弱性贡献率呈上升趋势,由6.4%逐渐上升到18.1%;社会脆弱性虽然有一定波动,但累计贡献率始终占27%以上。

3 舟山市脆弱性形成机制分析

脆弱性是海岛经济体系的一种固有属性,舟山市脆弱性发展演变过程是自然资源条件、经济发展方式、政府宏观调控相互影响、相互制约的结果,涉及区位条件、自然资源禀赋、产业结构、经济外向度、人口政策、环保投入力度、对外联系强度等因素。

3.1 自然资源条件制约

相对孤立的区位条件,地域单元多低山丘陵、面积狭小的地形地貌特征,生态环境的单一不稳定性是决定舟山地区脆弱性特征明显的最根本原因。自然资源禀赋状况决定了舟山发展空间和发展潜力,主要涉及淡水资源储量、土地资源可开发量、渔业资源丰度等;其中,舟山淡水资源与渔业资源储量较为丰富,为经济社会发展提供良好基础,而土地资源匮乏、人地关系紧张是制约舟山可持续发展的主要因素。

3.2 经济发展方式影响

产业结构受资源条件及不同时期发展需要所决定;舟山产业发展重点逐渐向海岛旅游、港口物流、高新技术产业转移,20年间,舟山第三产业比重由35.3%上升到49.6%,一产规模占比逐渐减小,经济发展的资源依赖性和对生态环境的破坏性逐渐降低。经济外向度是指一个国家或地区的对外贸易总额占国内(地区)生产总值(GDP)的比重,它反映一个国家或地区的经济与国际经济联系的紧密程度,是衡量一个国家或地区开放型经济发展规模和发展水平的宏观指标之一。伴随着宁波-舟山港的整合发展,舟山对外贸易总额不断攀升,2016年外贸进出口总额达696.11亿元,占GDP总量的56.7%,远高于全省平均水平。舟山经济外向度的提升增强了舟山经济发展稳定程度,产业结构的不断优化调整和经济外向度的不断加强是舟山经济脆弱性逐年降低的主要原因。

3.3 政府宏观调控措施应对

政府调控对海岛经济体脆弱性演变起重要作用,主要体现在人口政策、环保投入力度、对外联系强度等方面。近十几年来,舟山人口外流比较严重,截至2016年底,舟山60岁以上人口比重达24.3%,连续11年出现人口负增长,从舟山当地经济发展以及打造国家级新区的角度,促进人口增长、吸引人才是当务之急,但舟山环境人口容量有限,因此合理的人口政策是保证舟山可持续发展的关键因素。舟山港的建设开发一方面极大地促进了经济崛起,另一方面对舟山近海海洋生态环境造成一定破坏,且舟山地处长江、甬江入海口,近海海水质量一直处于较低水平,且城市化进程的加快推进加大了城市生态环境的压力,环境问题频发,生态环境脆弱性特征比较明显,因此加大环境保护力度,创新环境管理模式,是降低舟山生态环境脆弱性,为经济社会发展提供良好外部环境的必由之路。对外联系强度主要体现在岛陆交通体系构建和通讯设施完善,目前舟山已经形成了以海路运输为核心,以跨海大桥和航空为支撑的立体交通网络,互联网体系建设也日趋完善,对外联系便捷程度日益提升,特别是舟山跨海大桥的建成通车,减小了交通方式受天气因素的干扰程度,有力地促进了经济发展和社会稳定,舟山脆弱性特征进一步弱化。

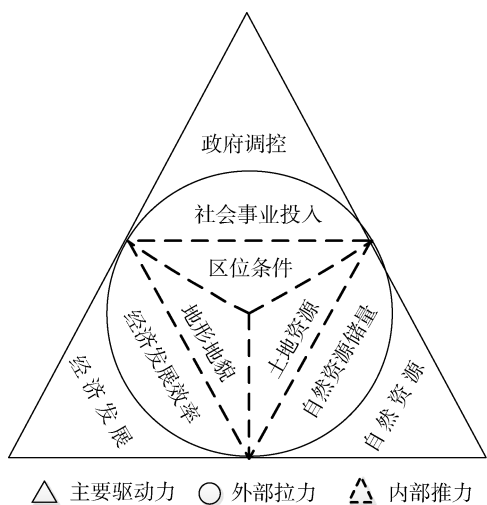


图8 舟山脆弱性动态演变驱动机制

Fig. 8 The drive mechanism of dynamic evolution of vulnerability in Zhoushan

4 结论

海岛经济体脆弱性是耦合了资源脆弱性、生态

环境脆弱性、经济脆弱性和社会脆弱性的复杂的、动态变化的一种衡量可持续性水平的发展状态。通过构建海岛经济体脆弱性评价指标体系,对舟山1996—2016年的脆弱性进行动态演变分析,得出以下结论:

舟山各子系统脆弱性呈现出不同的动态演变特征,但都具有显著的“波动性”。其中自然资源脆弱性、经济脆弱性、社会脆弱性都成比较明显的下降趋势,而生态环境脆弱性则经历了先升后降后升的周期性变化状态,表明舟山生态环境系统的不稳定性和敏感性。

舟山综合脆弱性变化可分为两个阶段,在1996—2003年为相对平缓阶段,脆弱性变动趋势不明显,脆弱性程度相对稳定;2004—2016年整体呈下降趋势。舟山脆弱性各子系统对综合脆弱性的影响程度差异化明显。其中自然资源脆弱性和经济脆弱性累积贡献率呈上升趋势,生态环境脆弱性呈下降趋势,并在近几年趋于稳定,社会脆弱性变化“先升后降”,但累积贡献率常年高于27%。

脆弱性动态演变情况是由自然资源脆弱性、生态环境脆弱性、经济脆弱性、社会脆弱性等各子系统相互联系、相互作用决定的,自然资源条件、经济发展方式、政府宏观调控是主要驱动力,涉及区位条件、自然资源禀赋、产业结构、经济外向度、人口政策、环保投入力度、对外联系强度等因素。

依据脆弱性动态演变驱动机制,舟山市应该立足实际发展需要,充分发挥政府在经济社会发展和生态环境保护中的积极作用,加大科技投入力度,促进科技创新能力提升,加快新旧动能转换,推动产业优化升级。实施稳妥的人口政策和积极的人才引进政策,加快户籍、教育、住房制度改革优化,完善流动人口、外来人口管理措施,坚持将人才资源开发摆在科技创新的核心位置,推动基础人才、高层次人才引进政策尽快落实,保障舟山新区经济建设活力来源;将建设美丽舟山群岛新区的发展理念付诸实践,全面深化生态文明体制建设。推动本岛环境执法监管一体化,逐步破解拓宽执法覆盖面和基层监管力量薄弱的难题,整合环保执法力量,提升一体化联动执法效能。实施总量管理制度,推动全面控制企业排污和资源优化配置进程,同时促进建立城乡一体化污水收集处理体系建设工作机制,从根本上解决舟山污染治理设施相对薄弱的难题。

参考文献:

- [1] 樊杰. 人地系统可持续过程、格局的前沿探索[J]. 地理学报, 2014, 69(8): 1060-1068.
Fan Jie. Frontier approach of the sustainable process and pattern of human-environment system[J]. Economic Geography, 2014, 69(8): 1060-1068.
- [2] 茶娜, 邬建国, 于润冰. 可持续发展研究的学科动向[J]. 生态学报, 2013, 9: 2637-2644.
Cha Na, Wu Jianguo, Yu Runbing. The subject trend of the research on sustainable development[J]. Journal of Ecology, 2013, 9: 2637-2644.
- [3] 李鹤, 张平宇, 程叶青. 脆弱性的概念及其评价方法[J]. 地理科学进展, 2008, 27(2): 18-25.
Li He, Zhang Pingyu, Cheng Yeqing. The concept of vulnerability and its evaluation method[J]. Progress in Geography, 2008, 27(2): 18-25.
- [4] 王岩, 方创琳, 张蔷. 城市脆弱性研究评述与展望[J]. 地理科学进展, 2013, 32(5): 755-768.
Wang Yan, Fang Changlin, Zhang Qiang. Progress and prospect of urban vulnerability[J]. Progress in Geography, 2013, 32(5): 755-768.
- [5] 李克让, 陈育峰. 全球气候变化影响下中国森林的脆弱性分析[J]. 地理学报, 1996, S1: 40-49.
Li Kerang, Chen Yufeng. Analysis of the vulnerability of Chinese forests under the influence of global climate change[J]. Journal of Geographical Sciences, 1996, S1: 40-49.
- [6] 刘春兴, 刘海斌, 骆有庆. 森林生物灾害承灾体脆弱性分析: 一个概念框架[J]. 世界林业研究, 2011, 2: 59-63.
Liu Chunxing, Liu Haibin, Luo Youqing. Vulnerability analysis of forest biological disaster bearing bodies: a conceptual framework[J]. World Forestry Research, 2011, 2: 59-63.
- [7] 于法展, 陈龙乾, 沈正平. 苏北低山丘陵区典型森林生态脆弱性评价[J]. 水土保持研究, 2012, 6: 188-192.
Yu Fazhan, Chen Longqian, Shen Zhengping. Evaluation of typical forest ecological vulnerability in low mountain and hilly region of Northern Jiangsu Province[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2012, 6: 188-192.
- [8] 靳毅, 蒙吉军, 黄姣. 近 50 年来毛乌素沙地草地生态脆弱性评价——以内蒙古乌审旗为例[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2011, 5: 909-915.
Jin Yi, Meng Jijun, Huang Jiao. Nearly 50 years of Maowusu desert ecological vulnerability assessment in Wushen Banner of Inner Mongolia as an example[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2011, 5: 909-915.
- [9] 徐广才, 康慕谊, Marc Metzger, 等. 锡林郭勒盟生态脆弱性[J]. 生态学报, 2012, 5: 1643-1653.
Xu Guangcai, Kang MUYI, Marc Metzger, et al. Ecological vulnerability research for Xilingol League, Northern China[J]. Journal of Ecology, 2012, 5: 1643-1653.
- [10] 郭宾, 周忠发, 苏维词, 等. 基于格网 GIS 的喀斯特山区草地生态脆弱性评价[J]. 水土保持通报, 2014, 2: 204-207.
Guo Bin, Zhou Zhongfa, Su Weici, et al. Ecological vulnerability assessment of Karst grassland based on grid GIS[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2014, 2: 204-207.
- [11] 尚二萍, 摆万奇. 湿地脆弱性评价研究进展[J]. 湿地科学, 2012, 3: 378-384.
Shang Erping, Bai Wanqi. Research progress on vulnerability assessment of wetland[J]. Wetland Science, 2012, 3: 378-384.
- [12] 李博, 苏飞, 杨智, 等. 脆弱性视角下辽宁沿海地区人海关系地域系统特征演化及可持续发展模式[J]. 地域研究与开发, 2017, 36(4): 32-36.
Li Bo, Su Fei, Yang Zhi, et al. Vulnerability assessment and sustainable development model for man-sea territorial system in Liaoning coastal regions[J]. Areal Research and Development, 2017, 36(4): 32-36.
- [13] 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, 2: 234-247.
Fang Chuanglin, Wang Yan. Comprehensive measurement and spatial differentiation of urban vulnerability in China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2015, 2: 234-247.
- [14] 李鹤. 东北地区矿业城市脆弱性特征与对策研究[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(5): 78-83.
Li He. Vulnerability of mining cities in Northeast China and its control measures[J]. Areal Research and Development, 2011, 30(5): 78-83.
- [15] 张晓瑞, 李涛, 方创琳, 等. 城市脆弱性的综合测度研究[J]. 地理与地理信息科学, 2016, 32(2): 89-93.
Zhang Xiaorui, Li Tao, Fang Chuanglin, et al. Comprehensive measure of urban vulnerability[J]. Geography and Geo-Information Science, 2016, 32(2): 89-93.
- [16] 李鹤, 张平宇. 矿业城市经济脆弱性演变过程及应对时机选择研究——以东北三省为例[J]. 经济地理, 2014, 1: 82-88.
Li He, Zhang Pingyu. The evolution and coping timing of economic vulnerability of mining cities: A case study in Northeast China[J]. Economic Geography, 2014, 1: 82-88.
- [17] 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. Construction of evaluation index system of regional marine disaster reduction capability and weight quantification[J]. Marine Sciences, 2016, 40(9): 117-127.
- [18] 李博, 杨智, 苏飞, 等. 基于集对分析的中国海洋经

- 济系统脆弱性研究[J]. 地理科学, 2016, 1: 47-54.
Li Bo, Yang Zhi, Su Fei, et al. Vulnerability measurement of Chinese marine economic system based on set pair analysis[J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, 1: 47-54.
- [19] Farhan A R, Lim S. Vulnerability assessment of ecological conditions in Seribu Islands, Indonesia[J]. Ocean & Coastal Management, 2012, 65(3): 1-14.
- [20] 王宁, 张利权, 袁琳, 等. 气候变化影响下海岸带脆弱性评估研究进展[J]. 生态学报, 2012, 7: 2248-2258.
Wang Ning, Zhang Liqun, Yuan Lin, et al. Research into vulnerability assessment for coastal zones in the context of climate change[J]. Journal of Ecology, 2012, 7: 2248-2258.
- [21] 尹鹏, 刘曙光, 段佩利. 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[J]. 经济地理, 2017, 37(10): 234-240.
Yin Peng, Liu Shuguang, Duan Peili. Analysis of island type tourist destination vulnerability and its obstacle factors -- Taking Zhoushan as an example[J]. Economic Geography, 2017, 37(10): 234-240.
- [22] Kurniawan F, Adrianto L, Bengen D G, et al. Vulnerability assessment of small islands to tourism: The case of the marine tourism Park of the Gili Matra Islands, Indonesia[J]. Global Ecology & Conservation, 2016, 6(C): 308-326.
- [23] 秦伟山, 张义丰. 国内外海岛经济研究进展[J]. 地理科学进展, 2013, 32(9): 1401-1412.
Qin Weishan, Zhang Yifeng. Research Progress on island economy at home and abroad[J]. Progress in Geography, 2013, 32(9): 1401-1412.
- [24] Füssel H M. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research[J]. Global Environmental Change, 2007, 17(2): 155-167.
- [25] Adger W N. Vulnerability[J]. Global Environmental Change, 2006, 16(3): 268-281.
- [26] 李青生, 黄金良, 王翠, 等. 基于生态-经济-产业综合分析的平潭岛开发适宜性评价[J]. 海洋科学, 2017, 41(1): 1-10.
Li Qingsheng, Huang Jinliang, Wang Cui, et al. The suitability evaluation of Pingtan Island development based on the comprehensive analysis of ecological economy and industry[J]. Marine Sciences, 2017, 41(1): 1-10.
- [27] Newell B, Crumley C L, Hassan N, et al. A conceptual template for integrative human-environment research[J]. Global Environmental Change, 2005, 15(4): 299-307.
- [28] 彭勃. 舟山群岛新区港口区位优势评价及其发展战略研究——基于舟山、宁波、上海三港口优势的实证分析[J]. 经济地理, 2013, 33(6): 114-118.
Peng Bo. The evaluation of the port location potential and its development strategy in the new area of Zhoushan islands——An empirical analysis based on the potential of the three port areas in Zhoushan, Ningbo and Shanghai[J]. Economic Geography, 2013, 33(6): 114-118.
- [29] 秦伟山, 张义丰, 袁境. 生态文明城市评价指标体系与水平测度[J]. 资源科学, 2013, 35(8): 1677-1684.
Qin Weishan, Zhang Yifeng, Yuan Jing. Evaluation index system and level measure of ecological civilization city[J]. Resources Science, 2013, 35(8): 1677-1684.
- [30] 陈维, 顾杰, 李雯婷, 等. 基于 BP 神经网络的长江口北支河槽容积分析[J]. 海洋科学, 2011, 35(1): 70-74.
Chen Wei, Gu Jie, Li Wenting, et al. Analysis of the Yangtze River estuary river channel volume based on BP neural network[J]. Marine Sciences, 2011, 35(1): 70-74.
- [31] 苏飞, 张平宇. 石油城市经济系统脆弱性评价——以大庆市为例[J]. 自然资源学报, 2009, 24(7): 1267-1274.
Su Fei, Zhang Pingyu. Evaluation of the vulnerability of oil city economic system -- Taking Daqing as an example[J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(7): 1267-1274.

Comprehensive evaluation and dynamic evolution of vulnerability of island economies——Taking Zhoushan as an example

SUN Jian-feng¹, QIN Wei-shan^{1, 2}, CAO Wan-yun¹, LI Shi-tai¹, SUN Hai-yan¹

(1. School of Resource and Environment Engineering, LuDong University, Yantai 264025, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Received: Dec. 20, 2017

Key words: vulnerability of island economy; comprehensive evaluation; dynamic evolution; Zhoushan

Abstract: The vulnerability of island economies is the damage to sustainable development of resources, society, economy and ecological environment in the process of island economic development. From the perspective of time series, the research on the dynamic evolution process and mechanism of island economic vulnerability is an important way to address the vulnerability management of islands. Taking Zhoushan as an example, this paper analyzes the dynamic evolution characteristics of Zhoushan's vulnerability from 1996 to 2016 from the perspective of resources, ecology, environment, economy and society. Research shows that: in 1996—2016, Zhoushan city resource vulnerability, economic vulnerability and social vulnerability the overall downward trend, the ecological environment vulnerability increases firstly and then decreases, a periodic variation; by each subsystem the influence degree of the comprehensive vulnerability, comprehensive vulnerability by fragile ecological environment and social vulnerability leading to various subsystems influence the equilibrium transition; the evolution process of Zhoushan city development is the vulnerability of natural resources, economic development, government macro-control of mutual influence and mutual restriction results, and on the basis of the driving mechanism put forward corresponding countermeasures.

(本文编辑: 谭雪静)