

Doi: 10.11840/j.issn.1001-6392.2019.04.011

海岛城镇空间扩展及景观生态演变研究 ——以舟山为例

樊超, 桂峰, 赵晟

(浙江海洋大学 海洋科学与技术学院, 浙江 舟山 316022)

摘 要: 本文以舟山本岛为研究对象, 通过 7 景 Landsat 系列遥感影像, 获取了 1985–2015 年 7 个时期内的 5 种地物信息。在此基础上, 引入 4 个空间分析指标, 分析了城镇扩展方位特征、城镇扩展强度及扩展速度特征、景观格局变化特征, 并对影响城镇扩展的自然环境因素进行空间分析, 对社会经济因素进行相关性分析。结果表明: (1) 舟山本岛城镇扩展在空间方位上呈现“串珠状”的非典型蔓延特征, 且在本岛第四象限扩展最显著; (2) 城镇空间扩展可划分为三个阶段: 城镇雏形阶段 (1985–1995 年)、城镇生长阶段 (1995–2010 年) 及城镇成熟阶段 (2010–2015 年); (3) 城镇雏形阶段, 城镇“向中部绿心”扩展, 岛陆森林面积减少了 10.34 km²; 城镇生长阶段, 城镇“向海”扩展, 25.10 km² 周边海域经围垦转变为耕地及建设用地; 城镇成熟阶段, 城镇扩展“向海”与“向中部绿心”并存, 对海岛生态系统陆海两侧均造成压力; (4) 城镇空间扩展的空间指向主要位于海拔 20 m 以下, 坡度 10°以下的山谷、沿岸平原及围垦区。本岛人口数、房地产投入、GDP 总量及路网总长等因素与城镇扩展相关性最显著。

关键词: 城镇扩展; 舟山本岛; 空间特征; 景观生态

中图分类号: X82

文献标识码: A

文章编号: 1001-6392(2019)04-0447-08

Spatial characteristics of island urban expansion and landscape ecological evolution: a case of the Zhoushan Island

FAN Chao, GUI Feng, ZHAO Sheng

(Marine Science and Technology College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China)

Abstract: The Zhoushan Island was selected as the study area in this paper. Five landscape types were gained from seven Landsat series remote sensing images from 1985 to 2015. Four spatial analysis indicators were introduced to analyze the urban expansion characteristics of orientation, intensity, speed and the characteristics of landscape changing. Then, the natural factors were analyzed in method of spatial analysis and socioeconomic factors were analyzed in method of correlation analysis, which all have relevance to urban expansion. The results show that: (1) The urban expansion of the Zhoushan Island present the spatial characteristic of beaded shape with the most significant orientation in fourth quadrant. (2) There are three phases in urban expansion: the phase of urban birth (1985–1995), the phase of urban growth (1995–2010) and the phase of urban maturity (2010–2015). (3) In the phase of urban birth, the orientation of urban expansion is the regional area of forest, which leads a 10.33 km² decreasing in forests area. In the phase of urban growth, the orientation of urban expansion is the regional area of offshore ocean. The offshore ocean has been converted into cultivated land and construction land with the area of 25.10 km². In the phase of urban maturity, the orientations of urban expansion are on both offshore ocean and to the central forest region, which make the pressure on both land and ocean. (4) The region of urban expansion are mainly located in valleys, coastal plains and reclamation areas, in which elevation less than 20 m and slope less

收稿日期: 2018–10–18; 修订日期: 2018–12–26

基金项目: “全球变化”国家重点研发计划 (2017YFA0604902)。

作者简介: 樊超 (1993–), 研究生, 主要从事海岛环境评估与保护研究。电子邮箱: bjdxbn@163.com。

通讯作者: 桂峰, 博士, 副教授。电子邮箱: fgui@zjou.edu.cn。

than 10°. At the same time, the population, real estate investment, GDP and total length of road network have significant correlation with urban expansion.

Keywords: urban expansion; Zhoushan Island; spatial characteristics; landscape ecology

党的十九大报告提出“坚持陆海统筹，加快建设海洋强国”。海岛是我国推动“一带一路”倡议、建设21世纪海上丝绸之路、坚持对外开放的桥头堡，对促进海洋经济可持续发展、维护国家权益及拓展发展空间起着重要的作用（桂峰等，2018）。根据1982年《联合国海洋公约法》第121条规定：岛屿是四面环水并在高潮时高于水面的自然形成的陆地区域。海岛生态系统具有独立性、封闭性等特点，决定了土地资源的稀缺性和生态环境的脆弱性（卢彦等，2011；贾林，2013；余爱莲等，2014；池源等，2015）。

改革开放以来，我国城镇化取得了长足发展，海岛地区城镇空间亦随之快速扩展（方创琳，2009；徐涵秋等，2015）。海岛城镇空间扩展受到人地系统相互耦合作用影响（齐涛等，2009；凡姚申，2016）。快速城镇化进程中，建设用地需求增加，大量的耕地、林地及周边海域功能转变为城镇建设用地，对海岛生态系统扰动较大（马志远，2008；康波等，2017；靳玉丹等，2017；袁敏杰等，2018）。过度的海岛开发利用与生态环境之间的矛盾日益凸现（肖佳媚，2007）。海岛城镇化进程中，迫切需要协调好土地资源稀缺性及生态脆弱性之间关系（潘艺，2016；高升等，2018）。

通过长时序的遥感影像进行土地利用及覆被变化动态监测，可以有效地追溯地表景观变化过程及趋势，对土地资源规划与可持续利用、生态环境稳定与健康及城镇有序扩展有着重要的意义（张甜等，2015；Mei et al, 2016；王芳等，2018）。

海岛所处的生态环境较陆地而言更为复杂。因此，对开发建设的海岛进行景观生态评价不能直接借鉴陆地生态安全评价指标（高升等，2018）。已有的对舟山群岛城镇及景观生态的研究主要涉及舟山岛、朱家尖岛和金塘岛等大型、中型海岛，研究的范畴多为单一岛陆子系统的生态系统服务价值时空变化（陆丽珍等，2010；凡姚申等，2016；赵江等，2016）。在这些研究中，仅将海岛生态系统等同于一般的陆地生态系统，忽视了海岛生态系统的海洋属性，往往低估了海岛生态系统应有的价

值。

本文基于陆海统筹视角，以舟山本岛为例探讨了城镇化影响下，海岛生态系统陆海边界变化及内部景观转换。首先，基于7景Landsat系列遥感影像获取了舟山本岛1985–2015年间，7个时期的不同地表景观信息。其次，根据城镇扩展速度及扩展强度周期划分了3个研究阶段：城镇雏形阶段（1985–1995年）、城镇生长阶段（1995–2010）及城镇成熟阶段（2010–2015）。同时，围绕海岛的土地资源稀缺性、生态环境脆弱性和空间拓展独特性三个特点，引入空间扩展强度、速度和景观格局等指标，定量分析了各阶段城镇空间扩展及景观变化特征。最后，结合自然环境及社会经济要素分析了城镇空间扩展的影响因素，旨在为舟山本岛景观生态安全及土地资源可持续利用提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

舟山市是我国设置的首个群岛型地级市。地理位置介于29°32′N–31°04′N，121°30′E–123°25′E之间，属亚热带季风气候。本研究范围为舟山群岛区域中心的舟山本岛（包括了与本岛一体化的长峙岛、小干岛及鲁家峙）。1987年，舟山撤地设市，打破了长期以来渔业占据主导的产业结构，渔民上岸为本岛城镇人口集聚奠定了基础；随着区域产业结构不断优化升级，1995年，舟山市第二产业首次成为主导产业，迈入了海岛工业化时期；2009年，舟山跨海大桥全线贯通，成为对外经济文化交流的重要纽带，突破了本岛长期以来陆路通达性的地理障碍；2011年，舟山群岛新区设立为舟山城镇建设带来前所未有的机遇。快速城镇化进程中舟山本岛土地利用方式发生了巨大的转变，成为舟山群岛人地矛盾最为突出的区域。为实现舟山本岛生态系统稳定，亟须协调好城镇化与生态安全之间的关系。

1.2 分析指标选取

扩展速度指数（Urban Expansion Rate Index）

和扩展强度指数 (Urban Expansion Intensity Index) 是城镇空间扩展研究运用最广泛的两个评价指标, 能够反映研究时段内起止时相城镇用地量在时间维度上的变化特征 (徐焕 等, 2018)。景观格局指数

能够定量地反映景观结构组成和空间配置的基本特征。香农熵指数 (Shannon Wiener Index) 作为一种常用的景观格局指数, 可定量测算若干区域内城镇分布的离散程度 (Altieri et al, 2018) (表 1)。

表 1 城镇空间扩展特征分析指标

时空特征分析指数	计算公式	公式原理
城镇扩展速度 (UERI)	$UERI = \frac{U_b - U_a}{T_b - T_a}$	U_a 与 U_b 分别代表两个不同时期的城区面积, T_a 与 T_b 分别代表两个不同研究时相。
城镇扩展强度指数 (UEII)	$UEII = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\%$	U_a 与 U_b 分别代表两个不同时期的城区面积。
香农熵指数 (EI)	$E_i' = \left[- \sum_{j=1}^m P_j \ln(P_j) \right] / \ln(m)$ $E_i = - \sum_{j=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij})$	P_{ij} 为 t 时刻局部城镇面积增长比例值与总体城镇面积增长比例值的比值。将香农熵的阈值范围归一化取得相对熵 (E_i'), 可以更直观地显示城镇扩展程度。
土地利用/土地覆被变化 (LUCC)	$A_{ij} = \sum_{x=1}^n [S_i(x, t_1) \rightarrow S_j(x, t_2)]$ $P_{ij} = \Delta S_{ij} / S_i$	A_{ij} 为 t 时段内 i 类地物转移为 j 类地物的面积, 可用转移矩阵 P 表示; ΔS_{ij} 为 i 类转移为 j 类的面积; P 为开始时间到结束时间研究区土地覆盖类型转移概率矩阵; P_{ij} 表示 i 类转移为 j 类的概率, N 表示土地覆盖类型的数量, $i, j = 1, 2, 3, 4$ 。

土地利用及覆被变化 (Land-Use and Land-Cover Change) 常用于探讨不同时期城镇空间扩展与生态安全之间的关系 (林栋 等, 2016; 王泉斌, 2018) (表 1)。《中华人民共和国土地覆被地图集》中的一级分类标准, 将土地覆被分为建设用地、林地、耕地、湿地、水域及草地 6 类。但在实地调研过程中发现, 该图集在舟山本岛区域分辨率欠佳, 难以满足研究需要。舟山本岛码头较多, 占地面积较大; 草地面积狭小且离散度大, 多散落于耕地周边; 研究时期内, 围海造陆强度较大, 需考虑周边海域对海岛土地利用的影响。

本研究从海岛生态系统陆海统筹及实际情况出发, 划分并探讨了水域、海域、森林、耕地 (含草地) 及城镇 (包括城镇建设用地及码头) 5 种地表景观之间的转换关系。

1.3 数据来源

以舟山本岛为研究对象, 利用美国地质调查局 1985 年、1990 年、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年 7 景 Landsat TM/OLI 遥感影像 (轨道号为 118/39, 空间分辨率为 30 m, 成像时间在 6-10 月之间)。结合 ASTGTM 传感器 30 m 分辨率的 DEM 数据、《舟山统计年鉴》及《中国海岛志》等基本数据开展研究。

1.4 数据处理

首先, 在 ENVI5.1 中对 2015 年的遥感影像进

行几何校正。选取 30 个 RTK 现场采集的地面同名控制点, 均匀分布于遥感影像, 使用三角网格法进行几何校正, 并通过双线性内插重采样, 校正精度控制在 1 个像元。以 2015 年影像为基准数据, 采取相同几何校正法分别对其余 6 景影像进行校正。其次, 分别对 7 景影像进行辐射定标及大气校正; 然后, 使用 CRUISE 算法 (基于光谱特征、指数特征及纹理特征) 确定决策树节点规则, 使用支持向量机法分离出 5 种地物。最后, 通过人机交互的目视解译法, 结合 Google Earth 高分辨率历史影像分别对 7 个时期的分类结果进行错分及漏分纠正处理。利用 RTK 现场采集的样点作为检验样本, 进行混淆矩阵检验。7 景遥感影像 Kappa 系数分别为 96%、87%、86%、89%、91%、89%、90%, 分类结果满足研究需求。

2 结果与讨论

利用遥感手段获取了舟山本岛 5 类兼顾陆海的地表景观, 在此基础上, 分析了城镇扩展的空间特征及城镇化影响下的地表景观格局的空间变化特征。结合 DEM 数据和《舟山统计年鉴》数据, 分别对影响舟山本岛城镇扩展的自然环境及社会经济因素, 进行空间分析与相关性分析。

2.1 舟山城镇扩展及景观生态演变监测结果

通过对7景遥感影像进行地物分类, 获取了研究区1985–2015年期间7个时期的5类地表景观

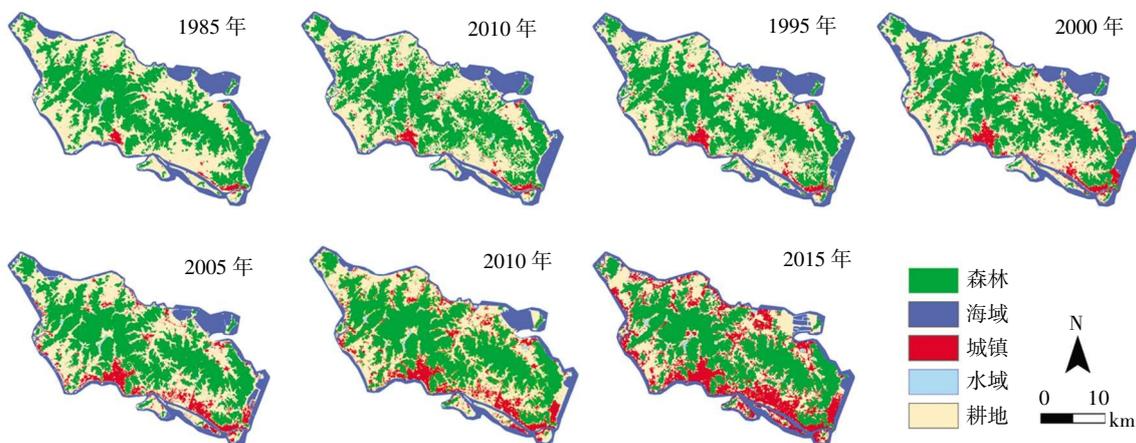


图1 基于遥感影像的舟山城镇扩展时空变化进程

信息(图1), 并分别计算出每个时期各类地表景观面积所占海岛生态系统总面积的比重。研究时期内, 舟山本岛城镇比重由1%上升至20%, 其中2010–2015年间变化最显著, 由10%上升至20%。耕地比重由41%持续下降至27%, 且下降速率不断加快。1995年以后, 海域面积由17%下降到13%, 其中2000–2010年间变化最显著。森林面积在建市初期及新区建设两个时期呈现下降趋势, 但整体所占比重维持在40%左右。岛陆水域面积增加缓慢, 所占比重变化不显著(图2)。

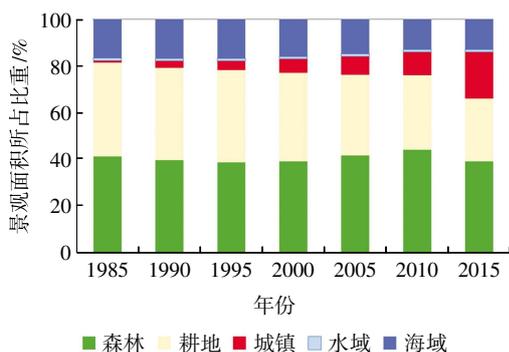


图2 舟山城镇化进程中景观面积所占比重

2.2 城镇空间扩展及景观转变特征

运用空间分析指标定量分析本岛城镇空间扩展过程中的3个特征: 城镇空间扩展方位特征、城镇扩展强度与速度特征、景观格局空间变化特征。

2.2.1 城镇空间扩展方位特征

以舟山本岛地理中心为原点(122.14°E; 30.05°N)、以东北区域为第I象限、逆时针方向划

分出四个空间象限(图3)。按研究时序, 对舟山本岛7个时期的城镇斑块叠加分析, 结合香农熵测算城镇空间聚集程度。

研究时期内, 舟山本岛城镇比重由1%上升至

20%, 其中2010–2015年间变化最显著, 由10%上升至20%。耕地比重由41%持续下降至27%, 且下降速率不断加快。1995年以后, 海域面积由17%下降到13%, 其中2000–2010年间变化最显著。森林面积在建市初期及新区建设两个时期呈现下降趋势, 但整体所占比重维持在40%左右。岛陆水域面积增加缓慢, 所占比重变化不显著(图2)。

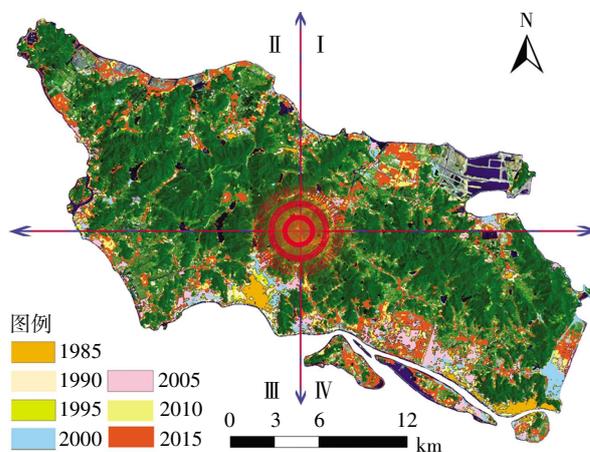


图3 舟山本岛城镇面积空间扩展方位

香农熵值越大, 表明某一地理变量在若干区内的蔓延程度越显著。研究时期内, 舟山本岛四个空间象限的香农熵值依次为: 0.93、0.95、0.84、0.99, 均大于相对熵值(0.50), 表明各象限在研究时期内均呈现明显扩展状态。

研究区基准年(1985年), 城镇核心空间主要集中在舟山本岛南侧的定海与沈家门, 分别呈现团状与条带状。1985–1995年期间, 定海城区向四周扩展明显, 同时本岛北部乡镇斑块数量迅速增多,

但沈家门城区变化不明显。

1995–2010 年期间, 沈家门东部的东港围垦区逐渐转换为耕地与城镇建设用地。定海城区开始往东西两侧拓展。该时期, 位于定海及沈家门间的临城区域城镇化最明显。2010–2015 年间, 本岛南部及东港围垦区空间趋于饱和, 本岛北部城镇迅速扩展。

2.2.2 城镇扩展强度与扩展速度

城镇扩展速度可分为四个等级: 低速扩展 (扩展速度 $< 2 \text{ km}^2/\text{a}$)、中速扩展 ($2 \text{ km}^2/\text{a} \leq \text{扩展速度} < 6 \text{ km}^2/\text{a}$)、快速扩展 ($6 \text{ km}^2/\text{a} \leq \text{扩展速度} < 10 \text{ km}^2/\text{a}$) 及高速扩展 (扩展速度 $\geq 10 \text{ km}^2/\text{a}$) (徐梦洁等, 2008)。舟山本岛城镇扩展强度与城镇扩展速度在 1985–2015 年间呈现出明显的 3 阶段特征(图 4)。

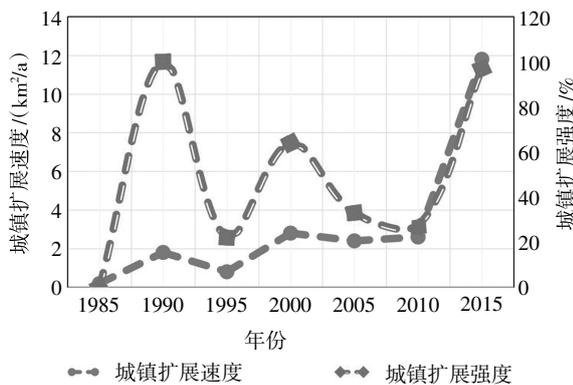


图 4 城镇扩展强度及扩展速度

第一阶段位于 1985–1995 年, 本岛城镇空间平均扩展速度为 $2.65 \text{ km}^2/\text{a}$, 处于中速扩展状态, 撤地建市对城镇扩展强度影响较大, 城镇扩展强度出现峰值; 第二阶段阶段位于 1995–2010 年, 城镇空间以 $7.75 \text{ km}^2/\text{a}$ 快速扩展。该阶段城镇整体扩展强度较其他两个阶段弱, 特别是新世纪前 10 年扩展强度持续减弱。第三阶段位于 2010–2015 年, 城镇面积开始以 $11.78 \text{ km}^2/\text{a}$ 高速扩展, 城镇扩展强度迎来第二次峰值。

根据城镇扩展强度及城镇扩展速度特征, 可将舟山本岛城镇空间扩展划分为 3 个阶段: 城镇雏形阶段 (1987–1995)、城镇生长阶段 (1995–2010) 及城镇成熟阶段 (2010–2015)。

2.2.3 景观格局空间变化特征

通过 LUCC 分析, 发现土地利用及覆被转换中存在的问题, 对协调海岛土地资源稀缺性、生态脆

弱性及城镇快速扩展有着积极意义。从舟山本岛城镇扩展的 3 个阶段着手, 对 5 类地表景观进行转换矩阵分析 (表 2–表 4)。

表 2 1985–1995 年城镇及景观转换矩阵 (km^2)

1985 年土地 利用类型	1995 年土地利用类型				
	森林	海域	城镇	水域	耕地
森林	208.25	0.09	0.34	0.52	36.02
海域	0.04	99.44	0.05	0	1.92
城镇	0.07	0.01	7.67	0.01	1.17
水域	0.15	0.21	0	3.48	0.15
耕地	26.39	2.8	14.1	0.42	199.53

表 3 1995–2010 年城镇及景观转换矩阵 (km^2)

1995 年土 地利用类型	2010 年土地利用类型				
	森林	海域	城镇	水域	耕地
森林	212.11	0.05	3.12	0.9	18.69
海域	0.11	77.24	3.47	0.03	21.72
城镇	0.14	0.01	19.39	0.03	2.59
水域	0.1	0	0.07	2.97	1.29
耕地	50.16	1.45	34.86	1.31	150.92

表 4 2010–2015 年城镇及景观转换矩阵 (km^2)

2010 年土 地利用类型	2015 年土地利用类型				
	森林	海域	城镇	水域	耕地
森林	226.64	0.11	3.93	0.32	31.61
海域	0.04	69.54	0.79	0.3	8.12
城镇	0.66	0.83	53.13	0.24	6.05
水域	0.48	0.02	0.62	3.64	0.47
耕地	8	7.29	61.36	1.99	116.57

城镇雏形阶段, 城镇面积由 8.92 km^2 增长到 22.16 km^2 。岛陆耕地成为城镇扩展的主要空间来源, “毁林开荒” 成为补给耕地总量的主要途径。该阶段, 岛陆森林面积总量减少了 10.34 km^2 , 耕地、水域及周边海域总量呈稳定状态。城镇“向中部绿心” 扩展对岛陆生态影响较大。

城镇生长阶段, 城镇面积由 22.16 km^2 增长到 60.92 km^2 。岛陆耕地功能转换为城镇建设用地力度有所加大。随着科学发展观的深入, 森林恢复显著, 森林面积净增加 27.74 km^2 。但为了平衡耕地总量, 该阶段有 25.10 km^2 周边海域经围垦功能转变为耕地及建设用地。城镇“向海” 扩展, 对周边海域生态影响较大。

城镇成熟阶段, 城镇面积在 5 年间由 60.92 km^2

增长到 119.84 km²。快速城镇化对耕地资源总量安全提出了新的挑战,为平衡耕地资源总量,31.61 km²森林经开垦转变为耕地。此外,围垦周边海域亦成为耕地补给的主要途径,但受限于宜垦面积,围垦强度较上一阶段有所减弱。该阶段,城镇扩展“向海”和“向中部绿心”并存,对海岛生态系统安全稳定提出了新的挑战。

2.3 城镇扩展影响因素

从自然环境及社会经济两个角度分别探讨影响舟山本岛城镇空间扩展的因素。自然环境方面,选取海拔及坡度两个因素进行地理空间分析。社会经济方面,主要从国民经济总量、产业结构、人口及

交通等方面探讨与城镇扩展的相关性。

2.3.1 自然环境因素

城镇化过程中,土地利用集约程度受到地理空间影响,根据空间几何形态差异,典型的城镇扩展模式可分为带状扩展和同心圆式扩展(申庆喜,2016;张修芳等,2013)。在 ArcGIS10.2 中对 DEM 数据进行坡度及海拔分析,受到中央山脉地形的影响,本岛城镇集中分布在坡度 10°以下,海拔低于 20 m 的岛陆沿岸平原、围垦区及“中部绿心”的山谷区域。结合遥感动态监测结果,提取出城镇分布位置,发现本岛城镇分布离散程度较大,呈现“串珠状”的非典型城镇空间分布特征(图 4)。

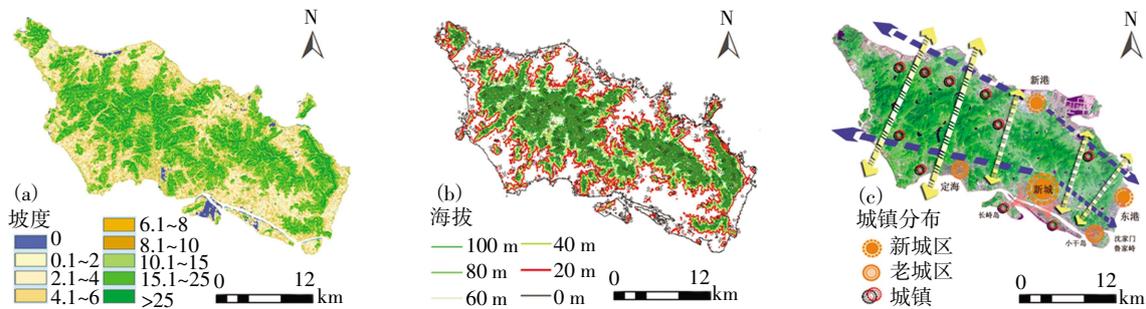


图 4 城镇扩展的自然环境因素

2.3.2 社会经济因素

综合考虑国民经济总量、产业结构、人口及交通等方面的影响,选取了城镇面积、路网总长、非农人口数、本岛人口数、群岛总人口数、第一产业比重、第二产业比重、第三产业比重、GDP 总量及房地产投入 9 个指标。在 Excel 2007 中进行相关性分析,结果表明,与城镇扩展相关系数大于 0.9 的指标依次为:本岛人口数、房地产投入、GDP

总量及路网总长(表 5)。

人口集聚为城镇扩展奠定基础。研究时期内,舟山市户籍人口(群岛总人口)一直维持在 90 万左右。为了实现本岛地区人口集聚、改善海岛居民生活质量及加强对小岛屿地区生态环境保护,自 1987 年起舟山市政府积极推进“小岛迁,大岛建”战略,鼓励偏远小岛人口向舟山本岛集聚。20 世纪 80 年代的第三次人口普查显示舟山本岛人口为

表 5 城镇扩展社会驱动因素相关性分析

指标	城镇面积	路网总长	非农人口数	本岛人口数	群岛总人口数	第一产业比重	第二产业比重	第三产业比重	GDP 总量	房地产投入
城镇面积	1.00									
路网总长	0.94	1.00								
非农人口数	0.83	0.90	1.00							
本岛人口数	1.00	1.00	1.00	1.00						
群岛总人口数	0.29	-0.60	0.36	0.51	1.00					
第一产业比重	-0.83	-0.90	-0.99	-1.00	-0.33	1.00				
第二产业比重	0.60	0.75	0.70	0.64	-0.27	-0.77	1.00			
第三产业比重	0.79	0.86	0.94	0.90	0.63	-0.91	0.43	1.00		
GDP 总量	0.98	0.97	0.82	0.95	0.18	-0.84	0.72	0.72	1.00	
房地产投入	0.99	0.89	0.64	1.00	-0.31	-0.66	0.52	0.69	0.96	1.00

36 万人, 至第六次人口普查已增长至 63.5 万人。

经济快速发展带动了基础设施的建设。研究时期内, 舟山市 GDP 由 13.10 亿元增长到 1 092.85 亿元, 同比增长 83 倍。2015 年房地产年投资额较 2010 年增加了 3.3 倍, 成为城镇扩展的重要驱动因素。

现代交通发展是城镇扩展的重要影响因素之一。2009 年舟山跨海大桥 (G9211) 全线贯通, 结束了海岛陆路通达的封闭性, 促进了舟山与外界的人口、经济及信息的交流, 为本岛城镇化注入了新鲜血液。本岛内部形成了“1 主 1 环 7 纵”的交通布局, 主干道贯穿本岛东西部, 环线促进了城镇组团, 有效解决了城镇分布离散程度大的问题。7 条南北纵向分布的大通道沟通了本岛南北两侧城镇, 增加了交通可达性。

3 结论

本文以土地资源稀缺和生态环境脆弱的舟山本岛为研究对象。基于 1985–2015 年 7 景 Landsat 系列遥感影像, 获取了 7 个时期内的 5 类地物信息。在此基础上, 引入 4 个时空分析指标, 分析了城镇扩展方位特征、城镇扩展强度及扩展速度特征、景观格局变化特征。并依此划分了三个城镇扩展阶段: 城镇雏形阶段 (1985–1995 年)、城镇生长阶段 (1995–2010 年) 及城镇成熟阶段 (2010–2015 年)。

1987 舟山撤地设市, 开启了现代化城镇建设新篇章。建市初期, 舟山市政府推行了“小岛迁, 大岛建”及鼓励“渔民上岸”等政策, 促进了本岛地区的人口集聚。城镇雏形阶段, 城镇面积由 8.92 km² 扩展至 22.16 km², 处于中速扩展, 扩展强度较大。建市初期城镇扩展较为粗放, 生态环境保护意识不强, 在“人进地退”过程模式下进行的毁林开荒, 对岛陆森林资源破坏较大。

城镇生长阶段, 城镇面积由 22.16 km² 扩展至 60.92 km², 处于快速扩展, 扩展强度有所减弱。21 世纪初期, 随着可持续发展理念的深入, 岛陆退耕还林效果显著, 研究区森林面积超越了前期规模, 岛陆生态系统质量有所提升。但该阶段, 忽视了对海洋环境的保护, “向海要地”对周边海域生态影响较大。2009 年, 舟山跨海大桥贯通, 结束了舟山长期的封闭性, 外来人口稳步增长, 缓解了舟山

户籍人口负增长的窘境, 为城镇化注入新鲜血液。

城镇成熟阶段, 城镇面积由 60.92 km² 扩展至 119.84 km², 扩展速度达到历史峰值。2011 年, 舟山群岛新区设立以后, GDP 提速明显为房地产投入奠定了经济基础, 促进了城镇高速扩展。高强度的城镇扩展模式下, 对岛陆及周边海域的开发扰动日趋频繁, 人地矛盾较为突出。

研究时期内, 舟山城镇化水平得到快速提升。但城镇空间快速扩展对海岛生态系统安全即景观生态多样性造成了压力。为实现舟山群岛新区海洋经济可持续发展, 未来城镇化进程中需要协调好与生态环境保护之间的关系。

参 考 文 献

- Altieri L, Cocchi D, Roli G, 2018. Measuring heterogeneity in urban expansion via spatial entropy, 1–24.
- Mei A, Manzo C, Fontinovo G, et al, 2016. Assessment of land cover changes in Lampedusa Island (Italy) using Landsat TM and OLI data. *Journal of African Earth Sciences*, 122: 15–24.
- 池源, 石洪华, 郭振, 等, 2015. 海岛生态脆弱性的内涵、特征及成因探析. *海洋学报*, 37(12): 93–105.
- 凡姚申, 陈沈良, 谷国传, 2016. 海岛景观生态风险演变研究——以舟山朱家尖岛为例. *海洋通报*, 35(1): 1–10.
- 方创琳, 2009. 改革开放 30 年来中国的城市化与城镇发展. *经济地理*, 29(1): 19–25.
- 高升, 曹广喜, 洪滔, 等, 2018. 海岛城市化过程中的生态安全动态评价与驱动力分析——以平潭岛为例. *生态学报*, 38(7): 2 503–2 511.
- 桂峰, 樊超, 赵晟, 等, 2018. 海岛生态环境调查与评价. 北京: 海洋出版社.
- 贾林, 2013. 海岛生态风险评价方法及在长兴岛的应用研究. 大连: 大连海事大学.
- 靳玉丹, 张秋丰, 李希彬, 等, 2017. 天津海域围填海工程对渤海湾水交换的影响研究. *海洋通报*, 36(5): 578–584.
- 康波, 李宁, 徐文斌, 等, 2017. 基于遥感和 GIS 的长岛南五岛近 30 年海岸线时空变迁分析. *海洋通报*, 36(5): 585–593.
- 林栋, 马晖玲, 任正超, 等, 2016. 基于 LUCC 的兰州城市生态系统服务价值动态分析. *生态科学*(2): 134–142.
- 齐涛, 薛雄志, 崔胜辉, 等, 2009. 快速城市化进程中海岛景观格局变化研究. *海洋环境科学*, 28(1): 87–91.
- 卢彦, 廖庆玉, 李靖, 2011. 岛屿生物地理学理论与保护生物学介绍. *广州环境科学*, (1): 10–12.
- 陆丽珍, 牟永铭, 詹远增, 等, 2010. 基于土地利用空间格局的区域生态系统健康评价——以舟山岛为例. *生态学报*, 30(1): 245–252.
- 马志远, 2008. 城市化压力下的海岛生态系统健康评价研究. 厦门: 国家海洋局第三海洋研究所.
- 潘艺, 2016. 海岛城市化时空格局演变及其陆岛联动的响应研究. 杭州: 浙江大学.

- 申庆喜, 李诚固, 马佐澎, 等, 2016. 基于服务空间视角的长春市城市功能空间扩展研究. 地理科学, 36(2): 274-282.
- 王芳, 陈芝聪, 谢小平, 2018. 太湖流域建设用地与耕地景观时空演变及驱动力. 生态学报, 38(9): 3300-3310.
- 王泉斌, 王晶, 张志卫, 等, 2018. 无居民海岛旅游开发过程中的景观格局变化分析——以菩提岛为例. 海洋通报, (3): 353-359.
- 肖佳媚, 2007. 基于 PSR 模型的南麂岛生态系统评价研究. 厦门: 厦门大学.
- 徐涵秋, 张好, 2015. 海岛型城市扩展的生态效应分析——以厦门岛为例. 地理科学, 35(7): 867-872.
- 徐焕, 付碧宏, 时丕龙, 等, 2018. 西咸一体化过程与城市扩展研究. 遥感学报, 22(2): 347-359.
- 徐梦洁, 於海美, 梅艳, 等, 2008. 近年我国城市土地扩张研究进展. 国土资源科技管理, 25(1): 47-52.
- 余爱莲, 邓一兵, 桂峰, 等, 2014. 海岛生态压力定量评估模型构建. 海洋通报, 33(6): 676-682.
- 袁敏杰, 李伟芳, 江汪奇, 等, 2018. 基于遥感和 GIS 的舟山岛岸线资源时空变迁及其利用演进研究. 海洋通报, (3): 335-344.
- 张甜, 王仰麟, 刘焱序, 等, 2016. 1987-2015 年深圳市主城区景观演变过程多时相识别. 地理学报, 71(12): 2170-2184.
- 张修芳, 牛叔文, 冯骁, 等, 2013. 天水城市扩张的时空特征及动因分析. 地理研究, 32(12): 2312-2323.
- 赵江, 沈刚, 严力蛟, 等, 2016. 海岛生态系统服务价值评估及其时空变化——以浙江舟山金塘岛为例. 生态学报, 36(23): 7768-7777.

(本文编辑:袁泽轶)

(上接第 428 页)

- 纪大伟, 田洪军, 王园君, 等, 2016. 海域海岸带整治修复进展与管理建议. 海洋开发与管理, 33(5): 87-90.
- 美国工程兵团, 2002. 海岸工程手册.
- 谭欣, 2016. 海滩养护剖面设计方法研究. 大连: 大连理工大学.
- 王爱军, 高抒, 2005. 砾石海滩在海岸防护中的作用. 中国海洋工程学会, 第十二届中国海岸工程学术讨论会论文集: 385-390.
- 于跃, 蔡峰, 张挺, 等, 2017. 人工砾石海滩变化及输移率研究. 海洋工程, 35(5): 79-87.
- 张志卫, 刘志军, 刘建辉, 2018. 我国海洋生态保护修复的关键问题和攻坚方向. 海洋开发与管理, 35(10): 26-30.
- 中华人民共和国交通部, 2001. 波浪模型试验规程 (JTJ/T234-2001). 北京: 人民交通出版社.

(本文编辑:崔尚公)