

基于 GIS 和 RS 的海口市建设用地时空扩展分析

李鹏山¹,孟相彩²,李敏²,张超^{1*}

(1. 中国农业大学信息与电气工程学院,北京 100083,2. 海南师范大学地理与旅游学院,海南海口 571158)

摘要 以海口市建设用地作为研究对象,利用 3 期遥感影像数据,运用 RS 和 GIS 作为技术手段,采用扩展强度、扩展速率、分形维数、稳定性指数和重心迁移速率从建设用地数量特征、空间结构分形特征和重心迁移规律 3 个角度进行时空扩展分析。结果表明:①海口市建设用地面积增加了 220.33 km²,年均扩展强度为 0.51,年均扩展速率为 21.04%;农村建设用地扩展的数量值均比市区的大;秀英区的年均扩展强度和年均扩展速率最大,龙华区的均最小,美兰区和琼山区介于其中。②海口市分形结构较复杂,空间稳定性先降后升;城市形态趋于简单,稳定性增强,农村建设用地分布不集中,分形结构趋于复杂;各区的稳定性指数均小于 0.1,分形结构趋于复杂。③海口市建设用地的重心整体上向西南偏移,迁移速率为 205.89 m/年;城市和农村建设用地的迁移轨迹跟全市表现一致,但农村地区的迁移速率较大;龙华区和秀英区在前一时段迁移较快,美兰区和琼山区在后一时段迁移较快。

关键词 时空扩展;建设用地;海口市;GIS/RS
中图分类号 S127 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)03-00919-06

Spatio-temporal Expansion of Construction Land in Haikou Based on GIS and RS
LI Peng-shan et al (College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)
Abstract The research used the construction land of Haikou as an object, based on three periods of remote sensing data, RS and GIS as technical means, used the expansion intensity, expansion rate, fractal dimension, stability index and gravity migration rate to do the spatio-temporal analysis in the quantity feature, fractal spatial structure characteristics and gravity migration of construction land. The results showed that: (1) The construction land of Haikou is increased by 220.33 km², the average annual expansion intensity is 0.51, the average annual expansion rate is 21.04%; The number of the rural construction land is larger than the number in the urban; The average annual expansion rate and expansion intensity of Xiuying District is the maximum of all districts, Longhua District is the minimum, Meilan and Qionshan District between them. (2) The fractal structure is complex, the spatial stability decreased first and then increase, urban form tends to be simple, the stability is enhanced, the rural construction land distribution is not concentrated, the fractal structure tend to be complex; the stability index districts are less than 0.1, the fractal structure tends to be complex. (3) The center of construction land in Haikou overall migrate south-westward, the migration rate is 205.89 m/a; The migration trajectories of rural and city construction land are the same as the whole city, but rural migration rate is larger; The gravity of the Longhua and Xiuying District move faster in former period, and the gravity of Meilan and Qionshan District move faster after a period of time.
Key words Spatio-temporal expansion; Construction land; Haikou City; GIS/RS

土地利用/覆被变化是目前研究全球变化问题的前沿和重大课题^[1-4],城市空间扩展实质上就是城市土地利用/覆被变化的过程^[5-6]。随着我国人口的增加和城市化水平的进一步加快,城市建设和发展需要大量的土地,城市扩展也日益成为大城市所面临的主要问题^[7],城市建设用地的地域空间不断扩展,优质农地和重要的生态环境用地向建设用地转化^[8]。城市扩展的土地利用/土地覆盖变化过程、空间特征和社会经济机制,正成为城市地理、土地利用等研究领域的热点问题之一^[9]。国内外学者利用遥感和 GIS 技术针对城市扩张和建设用地扩展进行了颇有成效的研究^[10-17]。

海口市作为海南省省会城市,自 1988 建省以来城镇化发展迅速,建设用地扩展十分明显,林地和耕地大幅减少,生态环境质量日趋下降。因此,笔者在总结前人对建设用地扩展研究的基础上,采用面向对象遥感影像提取技术获得研究区不同时期建设用地数据,结合 GIS 手段运用相关方法从建设用地的数量特征、空间结构特征和重心迁移规律 3 个角度对海口市建设用地扩展进行分析,以期与研究区建设用地合理规划 and 土地资源优化配置提供科学依据,为城市建设的可

持续性发展和城乡统筹发展提供科学指导,同时为国际旅游岛建设中的土地政策提供决策支持。

1 研究区概况与数据处理
1.1 研究区概况 海口市位于 110°10′~110°41′ E、19°32′~20°05′ N,地处热带北缘,属于热带海洋性季风气候。全年日照时间长,辐射能量大,年平均日照时数 2 000 h 以上,太阳辐射量约为 5×10⁵ J,年平均气温 23.8℃,年平均降水量 1 664 mm^[18]。根据海口市 2011 年土地利用变更调查成果,市域土地总面积 2 284.26 km²,其中耕地占总用地的 30.52%,其次是园地(19.87%),林地(18.21%)和城镇村及工矿用地(16.85%)。海域面积 830 km²,海岸线长 131 km,地貌绝大部分为海拔 100 m 以下的台地和平原,北部为滨海平原区,中部为沿江阶地区,东部、南部为台地区,西部为熔岩台地区。海口市共辖龙华、美兰、琼山和秀英 4 个区,至 2012 年末全市常住人口 214.13 万,地区生产总值(GDP)完成 820.58 亿元,三次产业结构调整为 7.0:24.6:68.4。
1.2 数据来源 海南省自 1988 年建省以来,海口市作为省会城市发展出现空前的扩张,土地利用格局变化非常显著。为此选用了海南省建省初期的 TM 影像数据(获取时间维 1991 年 10 月,1988 年 6 月数据做补充)、21 世纪初期的 ETM+影像数据(获取时间为 2001 年 10 月,2001 年 12 月数据做补充)和 2010 年的 ALOS 卫星多光谱遥感影像数据(获取时间为 2010 年 4 月,2009 年 3 月数据做补充)来研究海口市建

基金项目 海南省自然科学基金项目(411097);中国土地勘测规划院业务项目“2013 年遥感监测专题分析”(201305510810712)。
作者简介 李鹏山(1985-),男,甘肃秦安人,博士研究生,研究方向:农业信息化技术、遥感和地理信息系统。* 通讯作者,教授,博士生导师,研究方向:土地、农业遥感。
收稿日期 2014-01-08

设用地扩展分析。

1.3 数据处理 首先,利用研究区 1:10 000 地形图进行几何校正;其次,进行波段选择合成具有丰富的光谱信息、纹理信息的假彩色影像;再次,对影像数据进行镶嵌处理,通过定义感兴趣区进行裁切;最后,采用直方图均衡化对比度拉伸对图像进行增强处理,获得预处理数据。

面向对象分类技术集合临近像元为对象用来识别感兴趣的光谱要素,充分利用高分辨率的全色和多光谱数据的空间、纹理与光谱信息来分割和分类的特点,以高精度的分类结果或者矢量输出。该研究利用 ENVI Zoom 中 Feature Extraction 模块对预处理数据进行分类。首先将影像分割成不同的小区域,然后产生目标区域即合并分割后特征相同的小区域从而生成对象,接着进行影像分类,分类时先定义要素,然后采用基于规则的分类或监督分类进行各要素训练样本的选取,最后得出要素的分类结果。

尽管研究区的土地利用分类精度均达到 90% 以上,但是,在分类过程中,仍然会出现大量破碎的小斑块,还有一些由于数据分辨率比较低而造成的错误分类的斑块,因此,需要对分类结果进行后期处理。该处理过程,主要在土地利用现状数据的约束下利用 ArcGIS9.3 平台完成。通过对小图斑进行去除、融合和更改图斑的属性等一系列后期处理得到研究区各期建设用地空间分布结果,见图 1。

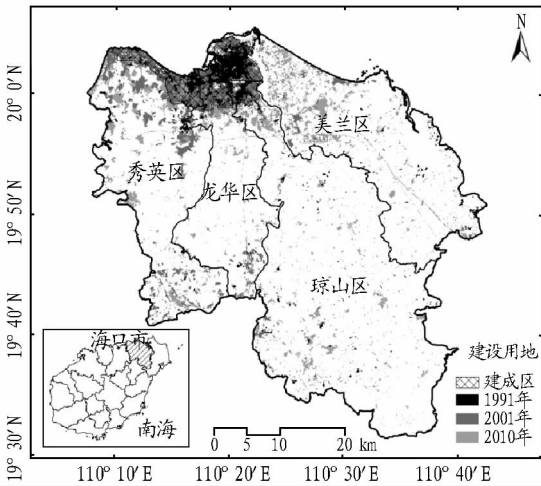


图1 海口市建设用地空间分布

2 研究方法

2.1 年均扩展强度 扩展强度指数是指某空间单元在研究时期内的城市土地利用扩展面积占其土地总面积的百分比。为了便于比较不同研究时期城市土地利用扩展的强弱或快慢,可计算各空间单元的年平均扩展强度指数,它实质就是用各空间单元的土地面积来对其年平均扩展速度进行标准化处理,使其具有可比性^[19]。该研究根据刘盛和等的研究^[19]将其公式简化为:

$$U = \frac{U_b - U_a}{U_i} \times \frac{1}{T} \times 100 \quad (1)$$

式中, U 为年均扩展强度指数; U_a 为研究期初建设用地的面积; U_b 为研究期末建设用地的面积; U_i 为研究区总面积; T

为研究时段设定为年。

2.2 年均扩展速率 对于建设用地扩展的数量分析,主要是研究区在一定时间段内建设用地的扩展速度,而空间扩展速率,也就是单一土地利用类型动态度,表达的是某研究区一定时间范围内建设用地的数量变化情况,反应的是年平均增长率^[20]。其公式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中, K 为研究时期内年均空间扩展速率; U_a 为研究期初建设用地的面积; U_b 为研究期末建设用地的面积; T 为研究时段设定为年。

2.3 空间分形维数 建设用地形态的变化是城市发展过程中空间格局和结构变化的综合反映,城市空间形态的变化可以用来分析城市的生长过程和演化规律^[21]。空间分形维数可描述建设用地形状的自相似性、复杂性和稳定性、反映土地利用形状的变化及土地利用受干扰的程度^[12],其计算公式为:

$$F = \frac{2[(\sum_{j=1}^n \ln p_j^2) - (\sum_{j=1}^n \ln p_j)^2]}{[n \sum_{j=1}^n (\ln p_j \times \ln a_j)] - [\sum_{j=1}^n \ln p_j \times (\sum_{j=1}^n \ln a_j)]} \quad (3)$$

式中, F 为建设用地的分形维数; n 为建设用地的斑块数量; p_j 为建设用地第 j 个斑块的周长(km); a_j 为建设用地第 j 个斑块的面积(km²)。分形维数的理论值在 1~2,值越大表示形状越复杂。当 $F < 1.5$ 时,说明建设用地形状趋于简单;当 $F = 1.5$ 时,表示建设用地处于类似布朗随机运动的状态,越接近该值稳定性越差;当 $F > 1.5$ 时,表示建设用地形状更为复杂; $F = 1.0$ 表示建设用地为形状最简单的正方形斑块; $F = 2.0$ 表示建设用地为等面积情况下边界最复杂的斑块。

2.4 稳定性指数 分形维数越接近 1.5,稳定性越差。基于此,建设用地空间稳定性指数公式为^[9]:

$$S = |1.5 - F| \quad (4)$$

S 值越大,表示空间结构越稳定;反之,表示空间结构越不稳定。

2.5 重心迁移速率 为从整体上了解海口市建设用地空间分布的变化,并以定量的方式研究建设用地的扩展变化,可以通过建设用地的重心坐标公式计算获得,并且根据重心迁移的速率的变化规律来分析建设用地扩展的空间差异^[22]。公式如下:

$$X_t = \sum_{i=1}^n (a_{it} \times x_i) / \sum_{i=1}^n a_{it}, Y_t = \sum_{i=1}^n (a_{it} \times y_i) / \sum_{i=1}^n a_{it} \quad (5)$$

$$V_{t_{i+1}-t_i} = \sqrt{(x_{t_{i+1}} - x_{t_i})^2 + (y_{t_{i+1}} - y_{t_i})^2} / (t_{i+1} - t_i) \quad (6)$$

式中, X_t, Y_t 分别表示第 t 年建设用地分布重心的坐标; a_{it} 表示第 i 个建设用地斑块的面积; x_i, y_i 为第 i 个建设用地斑块重心的坐标。 x_t, y_t 分别表示某期建设用地重心的坐标; $t_{i+1} - t_i$ 表示建设用地重心迁移的时间间隔; $V_{t_{i+1}-t_i}$ 表示时间为 $(t_{i+1} - t_i)$ 内的建设用地重心年迁移速率。

3 结果分析

为了全面揭示海口市 1991~2010 年城市与乡镇扩展状况以及建设用地变化情况,从建设用地的数量特征,空间结构分形特征及重心迁移规律进行分析。

3.1 建设用地数量特征分析

通过对研究区建设用地扩展面积、年均扩展强度和扩展速率的计算,1991~2010年海口市城市扩展呈现上升趋势,建设用地的面积持续增加,见表1~2。

表1 研究区建设用地扩展面积变化情况

km²

区域	1991年	2001年	2010年	1991~2001年	2001~2010年	1991~2010年
全市	55.12	164.52	275.45	109.40	110.93	220.33
城市	36.99	86.55	93.77	49.56	7.22	56.78
农村	18.13	77.96	181.68	59.83	103.72	163.55
龙华区	16.32	38.59	48.81	22.27	10.22	32.49
美兰区	16.32	34.92	77.76	18.60	42.84	61.44
琼山区	10.82	18.43	56.23	7.61	37.80	45.41
秀英区	11.66	72.58	92.66	60.92	20.08	81.00

表2 研究区建设用地年均扩展情况

区域	年均扩展强度			年均扩展速率//%		
	1991~2001年	2001~2010年	1991~2010年	1991~2001年	2001~2010年	1991~2010年
全市	0.48	1.34	0.51	19.85	7.49	21.04
城市	0.22	0.46	0.13	13.40	0.93	8.08
农村	0.26	0.88	0.38	33.00	14.78	47.48
龙华区	0.10	0.24	0.08	13.65	2.94	10.48
美兰区	0.08	0.38	0.14	11.40	13.63	19.81
琼山区	0.03	0.27	0.10	7.03	22.79	22.09
秀英区	0.27	0.45	0.19	52.25	3.07	36.56

海口市建设用地面积从1991年的55.12 km²增长到2010年的275.45 km²,共增加了220.33 km²,1991~2001年和2001~2010年2个时段建设用地扩展的面积基本相当;1991~2010年建设用地面积年均扩展强度为0.51,年均扩展速率为21.04%。1991~2001年年均扩展强度为0.48,年均扩展速率为19.85%,在这一时期虽然扩展强度不大,但是扩展速率较快;2001~2010年年均扩展强度为1.34,年均扩展速率为7.49,在这一时期扩展强度明显变大,但是扩展速率减小。主要原因在于海南省建省以后建设用地扩展迅速,然而由于其在整个区域所占比例较小,扩展强度在后一时期才逐渐增大;在后期因城市和土地利用合理规划,扩展速率有所减缓。

研究区城市建设用地从1991年的36.99 km²增长到2010年的93.77 km²,共增加了56.78 km²;年均扩展强度为0.13,年均扩展速率为8.08%。1991~2001年建设用地扩展了49.56 km²,年均扩展强度为0.22,年均扩展速率为13.40%。2001~2010年建设用地扩展了7.22 km²,年均扩展强度为0.46,年均扩展速率为0.93%。农村建设用地从1991年的18.13 km²增长到2010年的181.68 km²,共增加了163.55 km²;年均扩展强度为0.38,年均扩展速率为47.48%。1991~2001年建设用地扩展了59.83 km²,年均扩展强度为0.26,年均扩展速率为33.00%。2001~2010年建设用地扩展了103.72 km²,年均扩展强度为0.88,年均扩展速率为14.78%。农村建设用地的扩展强度和扩展速率均比城市建设用地的大,其主要原因在于农村建设用地扩展面积约为城市建设用地扩展面积的2倍,并且城区土地利用方式比较集约,村镇土地利用方式比较粗放;在区域发展中,城市建设用地分布集中并以核心区为中心逐渐向外围扩展,然而农村建设用地分布散乱以乡镇为中心扩展。

龙华区建设用地面积从1991年的16.32 km²增长到

2010年的48.81 km²,共增加了32.49 km²;年均扩展强度为0.08,年均扩展速率为10.48%。1991~2001年建设用地扩展了22.27 km²,年均扩展强度为0.10,年均扩展速率为13.65%。在2001~2010年建设用地扩展了10.22 km²,年均扩展强度为0.24,年均扩展速率为2.94%。美兰区建设用地面积从1991年的16.32 km²增长到2010年的77.76 km²,共增加了61.44 km²;年均扩展强度为0.14,年均扩展速率为19.81%。1991~2001年建设用地扩展了18.60 km²,年均扩展强度为0.08,年均扩展速率为11.40%。2001~2010年建设用地扩展了42.84 km²,年均扩展强度为0.38,年均扩展速率为13.63%。琼山区建设用地面积从1991年的10.82 km²增长到2010年的56.23 km²,共增加了45.41 km²;年均扩展强度为0.10,年均扩展速率为22.09%。1991~2001年建设用地扩展了7.61 km²,年均扩展强度为0.03,年均扩展速率为7.03%。2001~2010年建设用地扩展了37.80 km²,年均扩展强度为0.27,年均扩展速率为22.79%。秀英区建设用地面积从1991年的11.66 km²增长到2010年的92.66 km²,共增加了81.00 km²;年均扩展强度为0.19,年均扩展速率为36.56%。1991~2001年建设用地扩展了60.92 km²,年均扩展强度为0.27,年均扩展速率为52.25%。2001~2010年建设用地扩展了20.08 km²,年均扩展强度为0.45,年均扩展速率为36.56%。就4个区总体而言,秀英区建设用地年均扩展强度和年均扩展速率都最大,龙华区均最小,美兰区和琼山区介于之中。主要原因在于龙华区大部分的建设用地集中在海口市建成区核心区域,而秀英区作为海口市城市西拓的主要区域,近些年建设用地扩展迅速。

3.2 空间结构分形特征分析 对研究区建设用地分形维数和稳定性指数的计算来分析其空间结构分形特征,结果如图2、3所示。

图2a为海口市建设用地、城市建设用地和农村建设用

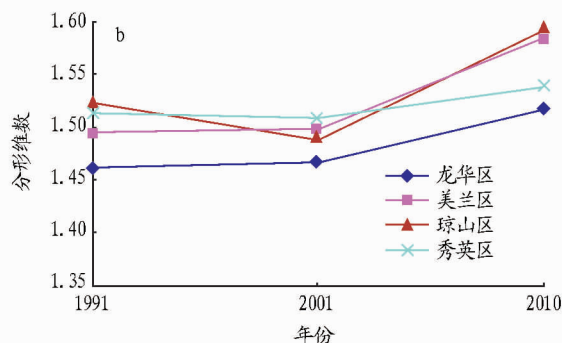
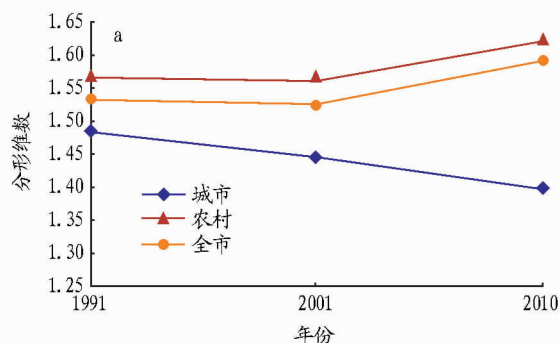


图2 研究区建设用地分形维数

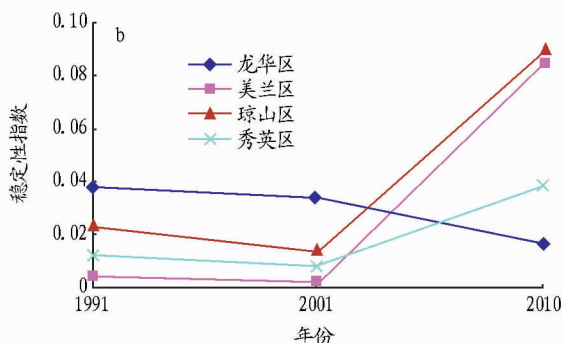
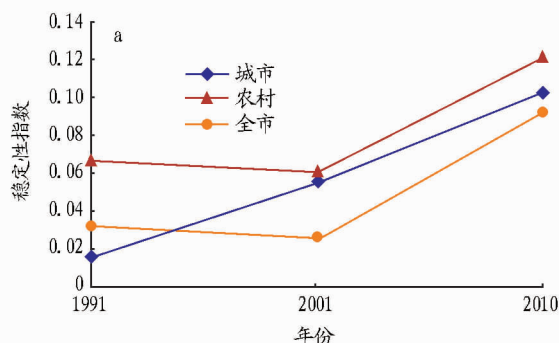


图3 研究区建设用地稳定性指数

地的分形维数对比图,图3a为海口市建设用地、城市建设用地和农村建设用地的稳定性指数对比图。海口市建设用地的分形维数在1991、2001和2010年分别为1.5326、1.5255和1.5913,分形维数均略大于1.5,建设用地空间结构表现较复杂;稳定性指数在1991、2001和2010年分别为0.0326、0.0255和0.0913;1991~2001年,分形维数和稳定性指数有所减少,说明海口市在成为省会城市后建设用地迅速扩张趋于不稳定;2001~2010年,分形维数和稳定性指数呈增长的趋势,说明在这一时段随着道路交通设施的完善和城市规划的逐步实现,稳定性增强,但是城市郊区和乡镇的空间结构依然比较复杂。研究区城市建设用地在1991、2001和2010年的分形维数分别为1.4851、1.4455和1.3972,稳定性指数分别为0.0149、0.0545和0.1028;1991~2010年,随着城市基础设施的完善和城市规划的逐步实施,分散扩展区逐渐连接成片,城市形态开始趋于简单,稳定性增强。研究区农村建设用地在1991、2001和2010年的分形维数分别为1.5671、1.5609和1.6213,稳定性指数分别为0.0671、0.0609和0.1213;农村建设用地的分形维数和稳定性指数与整个研究区走势一致,农村地区各时期的分形维数值和稳定性指数普遍高于市区和整个研究区,这主要是因为长期以来农村缺乏合理的规划建设,任意占用耕地进行开发建设的现象屡见不鲜;1991~2001年,随着乡镇扩展和农村居民点的增加,其空间结构表现为不稳定;2001~2010年,受地方经济调整 and 村镇总体规划的影响,对农村建设起到了一定程度的稳定作用,但是农村建设用地的扩展在整个研究区占主要部分,并且分布较为分散空间结构趋于复杂。

稳定性指数对比图。龙华区建设用地在1991、2001和2010年的分形维数分别为1.4619、1.4658和1.5169,稳定性指数分别为0.0381、0.0342和0.0169;1991~2010年,龙华区的分形维数持续增加,然而稳定性指数逐渐降低,说明该区的建设用地分形结构趋于复杂,空间结构不稳定;其原因在于,龙华区的建设用地在该区的比例最大,同时龙华区的建成区所占比例也最多,该区在发展过程中规划较合理,分散扩展区已连片,村镇的扩展导致了空间稳定性的降低。美兰区建设用地在1991、2001和2010年的分形维数分别为1.4958、1.4976和1.5849,稳定性指数分别为0.0042、0.0024和0.0849;1991~2001年,分形维数接近1.5,稳定性指数很低,该区建设用地在这一时段的空间结构不稳定,2001~2010年,空间结构在扩展中变得复杂同时也趋于稳定;其原因在于,美兰区建设用地在后一时段的扩展较快,尤其是海口罗牛山农产品加工产业园和桂林洋高校区的有序建设以及乡镇合理规划,稳定性也随着提升。琼山区建设用地在1991、2001和2010年的分形维数分别为1.5234、1.4864和1.5897,稳定性指数分别为0.0234、0.0136和0.0897;1991~2001年,随着建设用地的扩展分形维数和稳定性指数有所降低,2001~2010年,2个指数趋于升高;其原因在于,琼山区较其他3个区发展较慢,建设用地在前一时段主要在老城区及外围填充,结构趋于简单,空间表现不稳定,后一时段建设用地扩展明显,尤其在村镇周边,稳定性增加的同时结构趋于复杂。秀英区建设用地在1991、2001和2010年的分形维数分别为1.5125、1.5082和1.5382,稳定性指数分别为0.0125、0.0082和0.0382;在整个时段,秀英区的分形维数均大于1.5,分形结构一直较复杂,而稳定性指

图2b和图3b分别是海口市下辖4个区的分形维数和

数在 2001 年出现先降后升的转折;其原因在于,秀英区在整个研究区中扩展的强度和速率均最大,尤其是海口湾西海岸的开发、药谷工业园区、港澳开发区、高新技术开发区等的建设以及村镇建设用地的扩展,空间稳定性在前一时段快速发展后趋于不稳定,在后一时段随着扩展速率的降低和建设用地空间扩展的规则稳定性升高。

3.3 重心迁移规律分析 建设用地空间格局与过程的分析可以有效反映在时间尺度上的空间变化动态。基于此,笔者

通过分析建设用地重心在时间尺度上的变化揭示海口市建设用地的空间动态变化过程。在 ArcInfo 9.3 中用 Centroid-labels 命令将各时期建设用地的重心标出来,并转换成点的矢量图层,然后将各景观类型斑块重心的点矢量图层坐标转换成大地坐标,得到各斑块重心的经纬度坐标,根据相关公式计算出 1991、2001 和 2008 年建设用地的分布重心坐标(表 3),并进一步计算出各个时期的迁移速率(表 4),各时期的重心迁移变化见图 4。

表 3 研究区建设用地的重心坐标

区域	1991 年		2001 年		2010 年	
	经度(E)	纬度(N)	经度(E)	纬度(N)	经度(E)	纬度(N)
全市	110.348 7	19.978 4	110.302 3	19.972 2	110.343 1	19.943 5
城市	110.317 1	20.026 0	110.303 6	20.022 5	110.305 7	20.021 1
农村	110.413 3	19.881 1	110.300 9	19.916 3	110.362 3	19.903 4
龙华区	110.318 4	20.001 6	110.318 9	19.968 1	110.320 0	19.962 4
美兰区	110.413 0	20.010 4	110.388 3	20.023 7	110.437 7	19.994 9
琼山区	110.404 9	19.874 2	110.377 2	19.922 0	110.426 3	19.832 7
秀英区	110.248 9	19.997 8	110.233 2	19.962 3	110.225 3	19.957 5

表 4 研究区建设用地的重心迁移速率

区域	迁移速率//m/a		
	1991 ~ 2001 年	2001 ~ 2010 年	1991 ~ 2010 年
全市	490.29	590.90	205.89
城市	145.94	29.53	68.83
农村	1 239.38	731.88	309.34
龙华区	371.17	71.09	228.68
美兰区	298.23	674.50	162.72
琼山区	603.28	1 238.46	269.30
秀英区	426.12	109.10	268.52

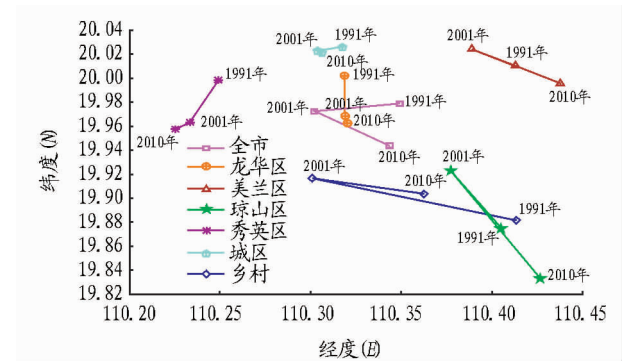


图 4 研究区建设用地的重心迁移轨迹

(1)海口市建设用地的重心整体上向西南偏移了 3 912 m,迁移速率为 205.89 m/年;1991 ~ 2001 年,其重心向南迁移了 668 m,向西迁移了 4 857 m,迁移速率为 490.29 m/年;2001 ~ 2010 年,其重心向南迁移了 3 196 m,向东迁移了 4 250 m,迁移速率为 590.90 m/年;由于研究区北面朝海,建设用地受自然条件限制主要是向南延伸和拓展;2001 年以前,随着随着城市的扩张其建设用地逐渐向西扩展,尤其是西部滨海休闲娱乐度假区和经济开发区,非建设用地资源丰富,西海岸环境优美,使得建设用地的重心西偏;2001 年后,南渡江以东地区大力发展和中东部城镇化进程的加快致使重心又往东迁移。

(2)研究区城市建设用地的重心整体上向西南偏移了 1 308 m,迁移速率为 68.83 m/年;农村建设用地的重心整体上向西北偏移了 5 877 m,迁移速率为 309.34 m/年。1991 ~ 2001 年,城市建设用地的重心向南迁移了 382 m,向西迁移了 1 408 m,迁移速率为 145.94 m/年;农村建设用地的重心向北迁移了 3 936 m,向西迁移了 11 752 m,迁移速率为 1 239.38 m/年。2001 ~ 2010 年,城市建设用地重心向南迁移了 155 m,向东迁移了 216 m,迁移速率为 29.53 m/年;农村建设用地的重心向南迁移了 1 454 m,向东迁移了 6 424 m,迁移速率为 731.88 m/年。城市建设用地和农村建设用地均表现出跟全市域一致的迁移轨迹,但是农村地区的迁移速率明显较大,更加印证了农村建设用地具有更大的扩展强度和更快的扩展速率,同时反映出其空间分布的不集中性和农村土地利用的随意性。

(3)1991 ~ 2010 年就海口市 4 个区建设用地的重心而言,龙华区整体上向东南偏移了 4 354 m,迁移速率为 228.68 m/年;美兰区整体上向东南偏移了 3 092 m,迁移速率为 162.72 m/年;琼山区整体上向东南偏移了 5 148 m,迁移速率为 269.30 m/年;秀英区整体上向西南偏移了 5 102 m,迁移速率为 268.52 m/年。1991 ~ 2001 年,龙华区向南迁移了 3 711 m,向东迁移了 43 m,迁移速率为 371.17 m/年;美兰区向北迁移了 1 486 m,向西迁移了 2 586 m,迁移速率为 298.23 m/年;琼山区向北迁移了 5 298 m,向西迁移了 2 886 m,迁移速率为 603.28 m/年;秀英区向南迁移了 3 922 m,向西迁移了 1 666 m,迁移速率为 426.12 m/年。2001 ~ 2010 年,龙华区向南迁移了 631 m,向东迁移了 106 m,迁移速率为 71.09 m/年;美兰区向南迁移了 3 205 m,向东迁移了 5 155 m,迁移速率为 674.50 m/年;琼山区向南迁移了 9 905 m,向东迁移了 5 111 m,迁移速率为 1 238.46 m/年;秀英区向南迁移了 529 m,向西迁移了 827 m,迁移速率为 109.10 m/年。4 个区中,龙华区和秀英区因其优越的条件在前一时段迁移较快,

美兰区和琼山区在后一阶段迁移较快,琼山区各个时段的迁移速率最大。

4 结论

该研究运用 GIS 和 RS 技术,从数量特征、空间结构和重心迁移的角度对海口市建设用地扩展进行分析,主要结论如下:

(1)海口市建设用地面积增加了 220.33 km²,年均扩展强度为 0.51,年均扩展速率为 21.04%;农村建设用地扩展的面积、年均扩展强度和年均扩展速率均比城市建设用地的大;秀英区的年均扩展强度和年均扩展速率都最大,龙华区最小,美兰区和琼山区居中。

(2)海口市建设用地空间结构表现较复杂,在前一阶段建设用地迅速扩张趋于不稳定,在后一阶段稳定性增强;城市形态趋于简单,稳定性增强,农村建设用地分布较为分散空间结构趋于复杂;龙华区分形结构趋于复杂,空间结构不稳定,美兰区、琼山区和秀英区空间结构均趋于复杂,空间稳定性在 2001 年前后发生先降后升的转折。

(3)海口市建设用地的重心整体上向西南偏移,迁移速率为 205.89 m/年;城市建设用地和农村建设用地均表现出跟全市域一致的迁移轨迹,但是农村地区的迁移速率明显较大;龙华区和秀英区因其优越的条件在前一阶段迁移较快,美兰区和琼山区在后一阶段迁移较快,琼山区各个时段的迁移速率最大。

参考文献

- [1] TURNER II B L, MOSS R H, SKOLE D L. Relating land use and global land-cover change—A proposal for an IGBP—HDP core project[R]. IGBP Report No.24 and HDP Report No.5. Stockholm:IGBP,1993.
- [2] KLEPEIS P, TURNER II B L. Integrated land history and global change science:the example of the Southern Yucatán Peninsular Region project[J]. Land Use Policy,2001,18:27–39.
- [3] CHEN J F, WEI S Q, CHANG K T, et al. A comparative case study of cultivated land changes in Fujian and Taiwan[J]. Land Use Policy,2007,24(2):386–395.

- [4] SAEED ZANGANEH SHAHRAKI, DAVID SAURI, PERE SERRA, et al. Urban sprawl pattern and land-use change detection in Yazd, Iran[J]. Habitat International,2011,35:521–528.
- [5] 乔林凰,杨永春,向发敏,等. 1990 年以来兰州市的城市空间扩展研究[J]. 人文地理,2008(3):59–63.
- [6] 吴大放,刘艳艳. 基于 RS/GIS 的珠海市城市空间扩展[J]. 热带地理,2013,33(4):473–479.
- [7] 徐梦洁,於海美,梅艳,等. 近年我国城市土地扩张研究进展[J]. 国土资源科技管理,2008,25(1):47–53.
- [8] 朱雪欣,王红梅. 基于 GIS 的城市建设用地扩展规模划定方法研究——以广东佛冈县为例[J]. 经济地理,2011,31(4):660–665.
- [9] 周倩仪. 基于 GIS 与 RS 的近 20 年广州市城市建设用地扩展研究[D]. 广州:广州大学,2010.
- [10] 姜广辉,张凤荣,孔祥斌,等. 北京山区建设用地扩展空间分异分析[J]. 地理研究,2006,25(5):905–912.
- [11] 杨勇,任志远. 基于 GIS 的西安市城镇建设用地扩展研究[J]. 遥感技术与应用,2009,24(1):46–51.
- [12] 周锐,李月辉,胡远满,等. 沈阳市市区和农村建设用地时空扩展分析[J]. 应用生态学报,2009,20(10):2446–2454.
- [13] 刘佳福,龚威平,刘晓丽,等. 基于遥感和 GIS 的长春市城乡建设用地发展演变[J]. 城市发展研究,2011,18(5):59–64.
- [14] 朱永超,任志远. 基于 GIS 和景观生态学的西部地区城镇建设用地扩展研究——以宝鸡市中心城区为例[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(4):67–72.
- [15] 黄焕春,迎迎霞. 基于 RS 和 GIS 的天津市核心区城市空间扩展研究[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(7):165–171.
- [16] APOSTOLOS LAGARIAS. Urban sprawl simulation linking macro-scale processes to micro-dynamics through cellular automata, an application in Thessaloniki, Greece[J]. Applied Geography,2012,34:146–160.
- [17] BAŞNOU C, ÁLVAREZ E, BAGARIA G, et al. Spatial Patterns of Land Use Changes Across a Mediterranean Metropolitan Landscape: Implications for Biodiversity Management[J]. Environmental Management,2013,52:971–980.
- [18] 李鹏山,邵小慧,李香,等. 海口市生态足迹与生态承载力研究[J]. 海南师范大学学报:自然科学版,2010,23(4):433–436.
- [19] 刘盛和,吴传钧,沈洪泉. 基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式[J]. 地理学报,2000,55(4):407–416.
- [20] 庞国锦. 基于 GIS 与 RS 的兰州城市建设用地扩展研究[D]. 兰州:兰州大学,2011.
- [21] 牟凤云,张增祥,迟耀斌,等. 基于多源遥感数据的北京市 1973—2005 年间城市建成区的动态监测与驱动力分析[J]. 遥感学报,2007,11(2):257–268.
- [22] 刘诗苑,陈松林. 基于重心测算的厦门市建设用地时空变化驱动力研究[J]. 福建师范大学学报:自然科学版,2009,25(2):108–112.

(上接第 918 页)

16~44 周岁的女性和 16~54 周岁的男性,努力开拓就业空间,实行多样化的就业方式,提高就业率。如探索总结出产业园区建设、绿色产业、困难户帮扶基地建设、征地以商铺补偿形式等等。三是注重培训质量。严格考核与认证各类培训机构,最好实行培训质量资格认证评审制度,及时取消不合格的培训机构。注重对授课人员的培训与考核。做好教学效果跟踪反馈工作,关注失地农民对已接受的培训的反馈意见。

4.3 建立失地农民社会保障体系 一是政府应当顺势而谋。努力构建并不断完善我国失地农民的社会保障制度是市场经济发展的过程和客观要求之一。二是建立基本生活保障。农民失去了土地,也就是失去了基本生活来源,政府理应为失去了基本生活的失地农民承担起责任,建立基本生存之需的保障制度。政府可以结合自身实际提供满足其基本生活需要失地农民基本保险,包括医疗保险、养老保险、失业保险等。三是提供最低生活保障。失地农民中的贫困户

生活在当地最低生活水平以下者,应列入低保范围,享受低保待遇。

4.4 建立完善的社区管理体系 村民搬迁到集中居住过后,从村民变成市民,生产生活水平发生翻天覆地的变化,从以前的独门独院到现在上楼,从以前的一家一户居住到集中居住。这样就要求对社区管理和服务要做到位。水、电维修,物业的管理等等,对社区管理要求更高,而且也是对社会管理要求更高,因为集中居住过后,群众相对集中,在加上无事可做,容易产生一些社会矛盾,小事变大事,这就要求社区充分发挥作用,及时排查问题,解决问题,服务到位。

参考文献

- [1] 叶继红,庄晓丹. 城乡一体化进程中农民集中居住问题研究述评[J]. 贵州社会科学,2011(1):94–97.
- [2] 孙宇杰,瞿忠琼. 发达地区农民对于集中居住的积极性调查研究——以江苏省江阴市为例[J]. 安徽农业科学,2009(22):10741–10744.
- [3] 赵海林. 农民集中居住的策略分析——基于王村的经验研究[J]. 中国农村观察,2009(6):31–36.
- [4] 朱自臻. 农村社会学[M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,2007:159.