

滨海土地重心迁移及景观梯度变化

贾启建¹, 何玲²

(1. 河北农业大学 农村发展学院, 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 国土资源学院, 河北 保定 071000)

摘要: 基于滨海土地特有的类别分布及变化, 以 Fragstats 软件为基础, 借助 RS 和 GIS 技术, 以黄骅市为例进行实证研究, 设计土地重心迁移及梯度变化的研究方法, 总结其特征变化规律, 为土地利用与生态环境建设规划提供借鉴。结果表明: 耕地、草地、湿地和盐碱地面积呈现减少趋势, 园地、建设用地、盐田和水域呈增加趋势, 各地类重心均向不同方向迁移, 景观空间梯度变化从水平样带上和垂直样带上体现出滨海区域的特点。水平样带一定范围内距离中心城区越远, 土地景观类型就越趋向复杂多样, 其聚合度就越差; 垂直样带由南到北, 多样性指数整体呈上升趋势, 中心城区向南, 聚合度逐渐增加, 向北聚合度呈现先小幅上升后又下降的趋势。

关键词: 土地利用; 重心迁移; 景观梯度; 土地景观类型; 滨海土地

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2016)02-0201-06

Move of Land Barycenter and Changes of Landscape Gradient in Coastal Region

JIA Qijian¹, HE Ling²

(1. College of Rural Development, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China;

2. College of Land Resources, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: The purpose of this paper is to provide service for land use and ecological environment plan by summarizing changes of categorical distribution in coastal region. The solution is to design methods to analyze the changes of barycenter and gradient in coastal region by using Fragstats software, RS and GIS technology. The results indicate that areas of some lands are reduced, such as cultivated land, grassland, wetland and saline land; the areas of some lands are increased, such as corner, construction land, salt pan and water body. The barycenter of the lands are migrating in different directions. Landscape spatial gradient from the horizontal and vertical transects reflects the characteristics of the coastal region. In horizontal transect, farther from the center of town, the landscape tends to be more complex and diverse, and its aggregation index is worse. In vertical transect, from south to north, Shannon diversity index is upward in the overall trend. In center city, aggregation index is increasing to the south, and it rises slightly at first and then declines to the north.

Keywords: land use; move of barycenter; landscape gradient; landscape type; coastal region

土地是人类赖以生存和发展的基础, 人类按照土地的自然特性和经济特性, 因地制宜地开发、改造土地。土地景观是由许多大小不一, 形状各异的地块, 按一定规律组成的空间异质性区域。土地景观格局的形成, 不仅反映了区域内生态系统的演变, 还反映出人与自然之间相互作用、相互依存的关系。研究土地景观格局的整体特征, 分析演变规律, 有助于帮助人类认识其行为对土地系统、景观生态系统的影响,

从而为土地各项规划的编制提供依据。

土地重心的研究有助于人类找到土地利用与改造的轨迹, 揭示区域经济社会发展规律。国内学者对土地重心的研究, 主要集中在土地重心的研究尺度及土地重心模型等。王思远等^[1]对大尺度不同地类进行了重心迁移计算与研究; 张兴榆、黄贤金等^[2]分析了中等尺度土地重心和经济重心的相关性及其迁移的影响因素; 高志强等^[3]建立了土地重心模型, 利用该模型对大

尺度耕地重心变化进行了研究。景观梯度变化通常通过景观格局进行分析研究。景观格局通常指景观的空间结构特征,是景观异质性在空间上的重要表现,包括景观组成单元的类型、数量以及在空间上的分布与配置,景观区域内若干生物以及非生物长期综合作用的结果^[4-6]。景观格局分析方法领域一直是国内外学者的研究热点。Hannes palang 等人研究了景观多样性指数,指出了地域差异引起的景观格局变化特征^[7]; Hietala Koivu R 运用不同景观格局指数分析了农用地景观格局演变^[8]。肖笃宁^[9]、张秋菊^[10]等分别介绍了景观空间格局的研究方法和度量结构体系;许多研究还应用了 GIS、遥感与统计分析模型等先进方法和手段^[11-16]。将土地重心演变与景观梯度变化结合讨论,并在小尺度区域进行验证研究鲜有报道。

本文以渤海西岸的河北省黄骅市为例,借助 ArcGIS, ERDAS, Fragstats 软件,研究滨海土地重心迁移规律及景观格局梯度变化。不同地类重心变化研究为合理划定土地利用规划中土地利用分区及确定土地整治项目区提供参考;区域景观迁移规律为划定土地利用分区及区内景观格局优化提供依据。

1 研究区概况

黄骅位于河北省东南部,海河平原黑龙港流域最东端,位于北纬 38°09′—38°39′,东经 117°05′—117°49′,总面积 2 177.83 km²,海岸线 65.8 km。黄骅市地处环渤海经济圈中部位置和环京津枢纽地带,北倚京津,南望齐鲁,东临渤海,西接沧州。黄骅市地貌类型为退海淤积和冲积平原类型,地势低洼平坦,从西南向东北缓缓倾斜,海拔高程在 1~7 m。黄骅市土

类分为潮土、盐土和沼泽土 3 个土类,因受地形、冲积母质和土体构型影响,全区土壤瘠薄,盐碱化程度严重,土壤有机质含量较低,植物种类较少。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源及处理

遥感数据综合性和操作性强、时效性高、可大面积同步与动态监测,为土地利用现状调查提供了可靠的技术手段,故本研究选择遥感数据作为重要数据源^[17]。数据来自地理空间数据云和美国地质调查局网站,空间分辨率均为 30 m,轨道号均为 122/33,具体遥感影像选择 Landsat5 TM 影像,成像时间 1990-04-04,云量为 0; Landsat7 ETM+ 影像,成像时间 2000-04-07,云量为 0,2011-03-21,平均云量为 11.16。2011-03-21 影像图云层明显位于图幅中上部,而黄骅市位于该图的左下部,左下角云量为 0.78,基本未被云层遮盖。为准确获取数据,在 ENVI4.7 软件支持下,对该图幅进行去云处理。将 2011 年影像依据 1:50 万土地利用现状图进行几何校正,后将影像进行 4,3,2 波段组合,按照黄骅市行政界线进行图像裁剪,进行几何精校正,依据 2011 年校正后影像对 1990 年和 2000 年影像进行几何校正,最后对图像进行增强处理。

结合全国土地利用现状分类、中国科学院资源环境分类系统、滨海盐碱地的特征和黄骅市的实际情况,以土地利用方式为基础,以人类社会的景观生态需求为立足点,基于土地、景观、生态各系统特点及功能将景观类别划分为耕地、园地、草地、建设用地、水域、盐碱地、湿地、盐田八类,在 4,3,2 波段标准假彩色合成下,选取八类景观类型解译标志,见表 1。

表 1 土地景观类型解译标志

类型	影像特征
耕地	遥感影像上表现为浅粉色或浅红色,几何特征相对规则,面积较大,地类边界清晰
园地	遥感影像上表现为深红色、亮红色调,边界清晰,形状规则
草地	遥感影像上表现墨绿色、深绿色,夹杂着线状白色调;分布范围较为分散
建设用地	遥感影像上呈现为浅绿色、绿色,在农田中呈块状分布,内部夹杂白色线状要素、褐色麻点状要素,解译特征明显
盐田	遥感影像上呈现为亮蓝色长方形,分布在沿海一带,为晒出盐的盐场,解译特征明显 遥感影像上表现为蓝色、深蓝色调,在沿海一带呈片块状分布,为尚未出盐的盐场,解译特征明显
湿地	遥感影像上呈现为深褐色调,成片分布在南大港一带,解译特征明显
盐碱地	遥感影像上表现为亮白色,夹杂少量的红、绿斑点色调。表现为不规则片状。常分布在农业用地之中、城镇用地周围
水域	遥感影像上表现为褐色、深褐色、棕黑色调,呈现为条带状、片状分布

先解译黄骅市 2011 年遥感影像,利用监督分类法中的最大似然法进行分类,并利用 ERDAS 系统中 Evaluate Classification 模块得出 2011 年遥感影像总

体分类精度为 86.33%,Kappa 系数为 0.833 0。因此可以认为,利用监督分类方法提取研究区景观类型,能够达到较好的效果,符合后续的研究要求。进

而对 1990 年,2000 年两期影像进行监督分类解译,提取土地景观类型;再进行碎图斑合并等分类后处理,转为 Shp 格式,参考实地调查数据、原始影像、图等资料,最终得到黄骅市土地景观类型图。

2.2 研究方法

2.2.1 动态度模型 动态度描述了区域一定时间内土地景观在面积数量上的变化情况,对描述区域土地变化的速度及预测未来土地利用变化的趋势有着极其重要的作用。为了更加直观地反映研究区不同景观类型变化的程度,本文引入了单一动态度模型,用来描述某种景观类型在一定时间范围内的数量变化速度。单一土地利用动态度是用来表示研究区某一特定时间范围内某种土地利用类型的面积变化情况^[18]。动态度的大小表示了该景观类型的稳定情况。具体计算公式为:

$$k = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a, U_b ——研究区内某种类型的景观在研究期初和期末的数量,单位 km^2 ; t_1, t_2 ——研究初期与末期的时间,二者之差以年为单位。

在动态度模型的基础上,运用转移速率和新增速率算法表示土地利用变化情况,具体计算公式为:

$$\text{TRL}_i = \frac{\text{LA}(i, t_2) - \text{ULA}_i}{\text{LA}(i, t_1)} / (t_2 - t_1) \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{IRL}_i = \frac{\text{LA}(i, t_2) - \text{ULA}_i}{\text{LA}(i, t_1)} / (t_2 - t_1) \times 100\% \quad (3)$$

式中: TRL_i ——第 i 种土地景观类型在监测期 t_1 到 t_2 期间的转移速率(km^2/a); IRL_i ——第 i 种土地景观类型在监测期 t_1 到 t_2 期间的新增速率(km^2/a); $\text{LA}(i, t_1)$ ——监测初期第 i 种土地景观类型的面积; $\text{LA}(i, t_2)$ ——监测末期第 i 种土地景观类型的面积; ULA_i ——监测期间第 i 种土地景观类型未变化部分的面积(km^2)。

2.2.2 平面重心模型 景观类型的空间重心变化可以通过平面重心模型反映其演变的具体过程,原理为

平面重心模型计算各土地景观类型在平面坐标下不同时期的重心位置,从而分析地理二维空间内各时期重心位移,揭示土地利用的空间变化过程^[3]。具体计算公式为:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \times x_i)}{\sum_{i=1}^n c_i} \quad (4)$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \times y_i)}{\sum_{i=1}^n c_i} \quad (5)$$

式中: x, y ——某种景观类型分布重心的经纬度坐标; c_i ——该景观类型第 i 个斑块的面积; x_i, y_i ——某景观类型第 i 个斑块分布重心的经纬度坐标。

2.2.3 景观格局样带设计 空间梯度是指沿某一方景观特征有规律地逐渐变化的空间特征,国内外学者利用景观指数和梯度分析方法分析土地利用格局,取得了一定的成效^[19]。本文借助 Fragstats 3.3 中的移动窗口法研究景观指数在不同梯度上的分布规律,选择关联度较小 Shannon 多样性指数 (SHDI) 和聚合度 (AI) 进行分析。

本文选择水平和垂直两条样带 TR1 和 TR2。TR1 基本与研究区内的河流水系平行,TR2 垂直于 TR1,两条样带均穿过中心城区,梯度变化更具代表性和典型性。样带宽为 5 km,以中心城区的几何中心为原点,向西、向南为负值;在 Fragstats 3.3 中设置移动窗口通过 5 km × 5 km 的正方形从中心点开始移动,最后输出结果。

3 结果与分析

3.1 土地景观类型速度变化分析

1990—2011 年,耕地、草地、湿地和盐碱地变化速度为负,面积呈现减少趋势,其中湿地和草地减少最快,分别为 -1.00% 和 -0.51%; 园地、建设用地、盐田和水域呈增加趋势,其中盐田的增长速度最快,为 1.41%。较研究期初相比,研究期末湿地、草地退化严重,建设用地和盐田面积扩张剧烈(表 2)。

表 2 1990—2011 年黄骅市景观类型变化速度

土地类型	1990 年		2011 年		未变化面积 面积/ km^2	转移部分		新增部分		变化 速率/%
	面积/ km^2	比例/%	面积/ km^2	比例/%		面积/ km^2	转移速率/%	面积/ km^2	新增速率/%	
耕地	802.24	36.84	780.82	35.85	718.69	83.55	0.50	62.13	0.37	-0.13
园地	52.82	2.43	54.26	2.49	24.11	28.71	2.59	30.15	2.72	0.13
草地	56.71	2.60	50.68	2.33	30.77	25.94	2.18	19.91	1.67	-0.51
建设用地	388.19	17.82	418.61	19.22	336.53	51.66	0.63	82.08	1.01	0.37
盐田	131.12	6.02	170.03	7.81	130.02	1.10	0.04	40.01	1.45	1.41
湿地	115.81	5.32	91.51	4.20	87.12	28.69	1.18	4.39	0.18	-1.00
盐碱地	492.17	22.60	470.16	21.59	439.48	52.69	0.51	30.68	0.30	-0.21
水域	138.77	6.37	141.76	6.51	120.50	18.27	0.63	21.26	0.73	0.10

3.2 土地景观类型重心变化分析

在 1990—2000 年和 2000—2011 年这两个研究时段内,各类景观都有不同程度的迁移。其中建设用地在 1990—2000 年迁移的距离最远,为 2.929 km;其次是草地,在 1990—2000 年迁移了 2.355 km,再次是盐碱地,在 2000—2011 年迁移距离为 2.349 km。

由图 1 可以直观的看出各景观类型重心迁移情况。

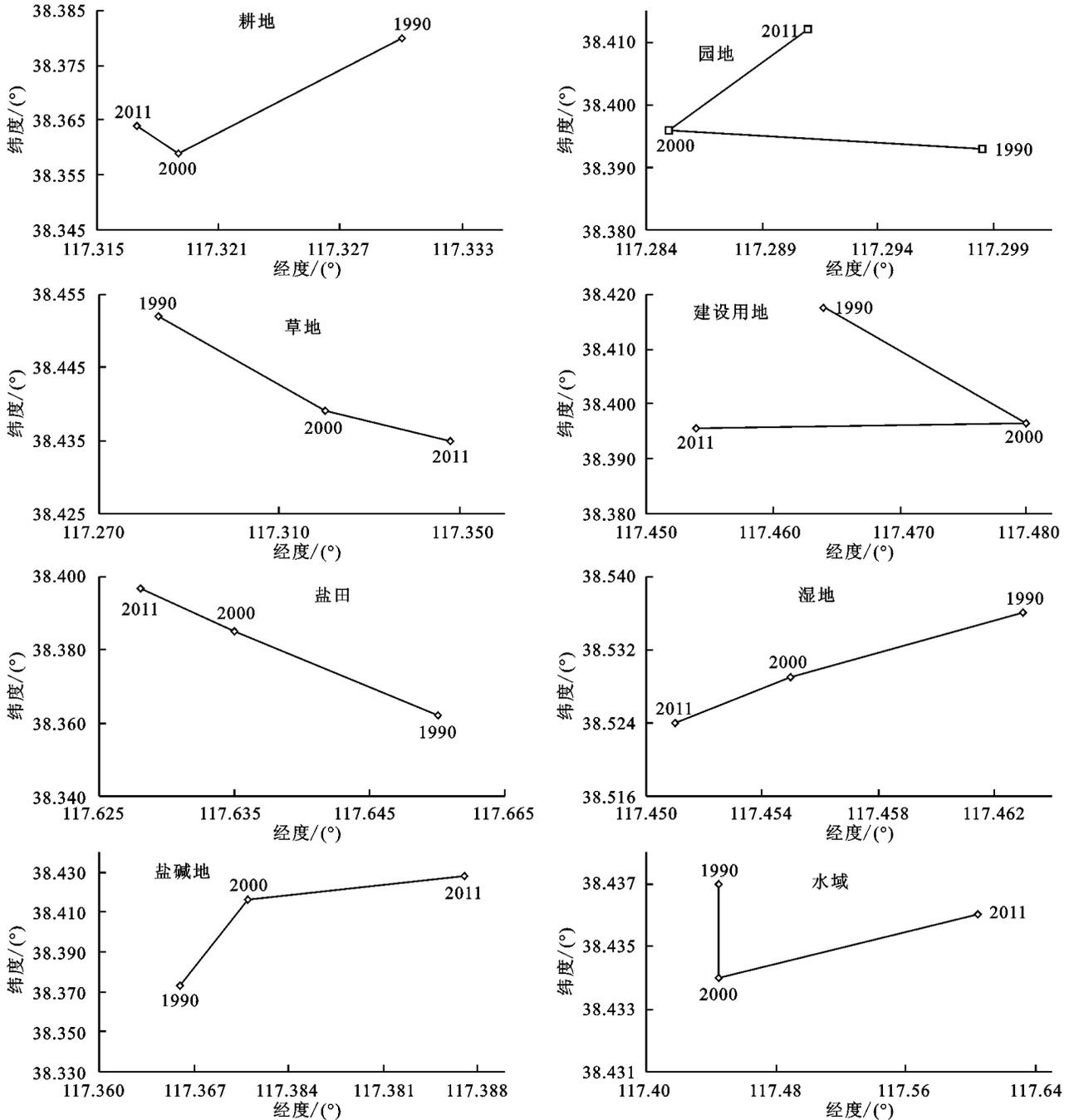


图 1 1990 年,2000 年,2011 年各景观类型重心变化

3.3 土地景观格局梯度变化分析

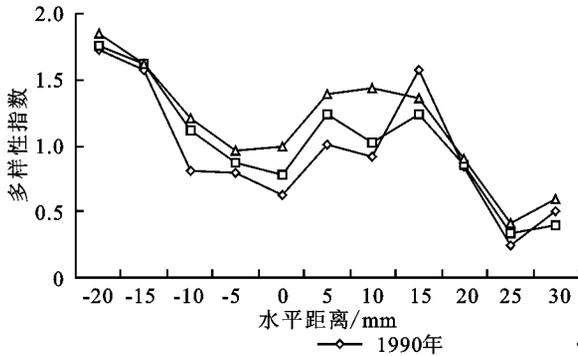
Shannon 多样性指数 (SHDI) 的梯度变化如图 2 所示。横轴表示两条样带上的点距原点的距离,以样带交叉处作为原点;纵轴表示景观格局指数。

其中耕地的重心迁移方向为先西南后西北整体趋势朝西方向转移;园地的重心迁移方向从为先向西转移后东北整体趋势朝西北方向转移;草地则一直向东南方向转移;建设用地的重心迁移方向为先东南后西整体趋势朝西方向转移;盐田的重心迁移方向为西北方向;湿地重心迁移方向为西南方向;盐碱地重心迁移方向为东北方向;水域的重心整体趋势朝东方向转移。

从水平方向上看,中心城区向西,SHDI 值随距离的增加不断增大,向东则先升高后降低。这表明水平方向上,一定程度上距离中心城区越远,土地景观类型就更复杂多样;但距海岸线 15 km 范围内又开

始下降,这主要由于成片盐田和盐碱地的存在,使得景观多样性降低。从垂直方向来看,由南到北,SHDI 整体呈现上升趋势,分析其原因,主要是南部土地景观类型较为单一,主要为耕地;北部较广泛分布的草地、园地等景观类型导致景观的复杂化和丰富化。

Aggregation index (AI)的梯度变化如图 3 所



示。从水平方向上看,中心城区向西,AI 值随距离的增加不断降低,向东则先降低后升高。这表明水平方向上,一定程度上距离中心城区越远,土地景观类型的聚合度就越差;而海岸线附近有所上升;从垂直方向来看,由南到北,景观聚合度整体上呈现下降趋势。

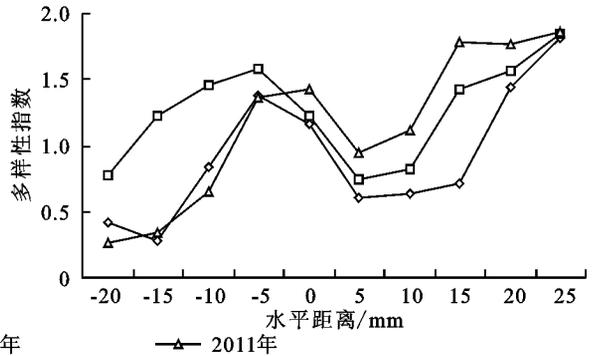


图 2 Shannon 多样性指数(SHDI)梯度变化

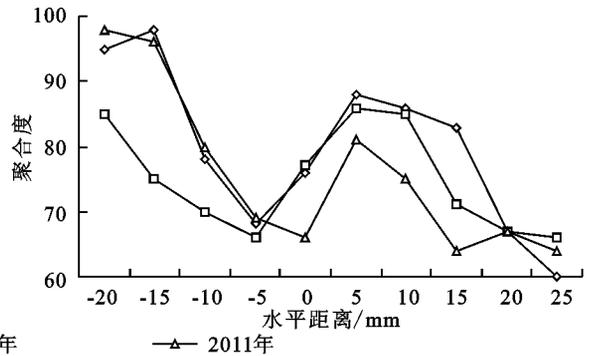
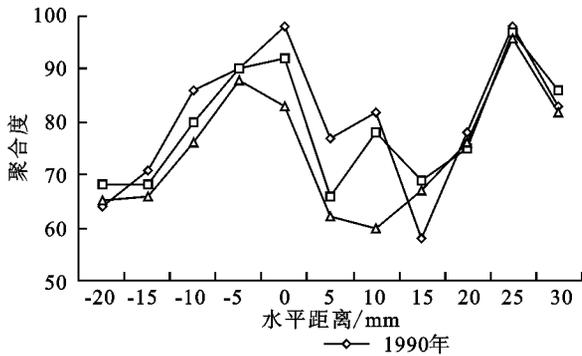


图 3 聚合度(AI)梯度变化

4 结论

(1) 从景观类型变化速度情况来看,21 a 间,耕地、草地、湿地和盐碱地面积呈现减少趋势,湿地和草地减少最快;园地、建设用地、盐田和水域呈增加趋势,盐田的增长速度最快。土地景观类型的变化是人类与土地互相作用的结果。其中,人口增长是建设用地增加最根本的驱动因素。至 2011 年,黄骅市总人口及非农人口逐步上升,与 1990 年相比增幅达到 6.82% 和 46.93%,其结果必然是建设用地增加、占用耕地及盐碱地等地类。由于黄骅市临海,晒盐业发达迅速,盐田及水域面积增加也较快。黄骅市是冬枣的原产地,保护与发展枣园使得园地面积近年增幅不少。

(2) 从景观类型重心迁移情况看,耕地重心先西南后西北整体向西方迁移;园地重心先西后东北整体向西北转移;草地一直向东南方向迁移;建设用地重心先东南后西整体朝西方迁移;盐田重心迁向西北方向;湿地重心迁移方向为西南方向;盐碱地重心迁移

方向为东北方向;水域的重心整体趋势朝东方向转移。土地景观类型重心的变化主要受国家政策的影响。近年来,黄骅市开展了各种土地相关项目,如黄骅西部土地综合整治重大工程,该工程主要针对盐碱地和耕地进行;黄骅市积极改造城区东部旧城,与东部中捷农场对接,并大力建设东部渤海新区;在新一轮城市总体规划中,黄骅确定的发展方向及策略为“黄骅东进、中捷西拓、南北拓展”,黄骅市城市建设未来会进一步向东部发展。

(3) 从景观梯度观察发现,水平样带上,一定范围内距离中心城区越远,土地景观类型就越趋向复杂多样,其聚合度就越差;但距海岸线 15 km 范围内,由于成片盐田的存在,景观多样性降低,聚合度则出现较大幅度的上升。垂直样带上,由于南部主要为耕地景观,北部广泛分布着草地、园地、盐碱地等景观类型,导致由南到北,多样性指数整体呈上升趋势;中心城区向南,聚合度逐渐增加,向北则因景观类型由均一到复杂而呈现出聚合度先小幅上升后又下降的趋势。

(4) 本文选取的遥感影像为 Landsat5 TM 影像和 Landsat7 ETM+ 影像, 空间分辨率为 30 m, 若能选取分辨率更高的影像作为基础影像, 获取的数据会更加精确。在进行土地景观格局特征及梯度变化分析时, 格局指数的内部机理及其空间相关性对指数选择的影响有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 王思远, 刘纪远, 张增祥, 等. 近 10a 中国土地利用格局及其演变[J]. 地理学报, 2002, 57(5): 523-530.
- [2] 张兴榆, 黄贤金, 赵雲泰, 等. 近 10a 江苏省土地利用重心与经济重心迁移轨迹对比分析[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(1): 14-20.
- [3] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 我国耕地面积重心及耕地生态背景质量的动态变化[J]. 自然资源学报, 1998, 13(1): 92-96.
- [4] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [5] 张万萍, 雒占福, 孟越男, 等. 资源型城市土地利用变化及生态环境效应研究: 以白银市区为例[J]. 水土保持研究, 2013, 20(6): 251-255.
- [6] 李保杰, 顾和和, 纪亚洲. 矿区土地复垦景观格局变化和生态效应[J]. 农业工程学报, 2012, 28(3): 251-256.
- [7] Palang H, Mander ü, Luud A. Landscape diversity changes in Estonia[J]. Landscape and Urban Planning, 1998, 41(3): 163-169.
- [8] Hietala-Koivu R. Agricultural landscape change: a case study in Yläne, southwest Finland[J]. Landscape and Urban Planning, 1999, 46(1): 103-108.
- [9] 肖笃宁, 解伏菊, 魏建兵. 区域生态建设与景观生态学的使命[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1731-1736.
- [10] 张秋菊, 傅伯杰, 陈利顶. 关于景观格局演变研究的几个问题[J]. 地理科学, 2003, 23(3): 264-270.
- [11] 王丽萍, 金晓斌, 杜心栋, 等. 基于灰色模型—元胞自动机模型的佛山市土地利用情景模拟分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(3): 237-242.
- [12] 马彩虹. 陕西黄土台塬区土地生态风险时空差异性评价[J]. 水土保持研究, 2014, 21(5): 216-220.
- [13] 李鑫, 董斌, 孙力, 等. 基于 TM 像元的湿地土地利用生态风险评价研究[J]. 水土保持研究, 2014, 21(4): 114-119.
- [14] 黄辉玲, 罗文斌, 吴次芳, 等. 基于物元分析的土地生态安全评价[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 316-322.
- [15] 高志强, 易维. 基于 CLUE-S 和 Dinamica EGO 模型的土地利用变化及驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16): 208-216.
- [16] 王爽, 丁建丽, 王璐, 等. 基于遥感的艾比湖流域近 20a 生态服务价值对土地利用变化的响应[J]. 水土保持研究, 2014, 21(5): 144-149.
- [17] 胡喜生, 洪伟, 吴承祯. 土地生态系统服务功能价值动态估算模型的改进与应用: 以福州市为例[J]. 资源科学, 2013, 35(1): 30-41.
- [18] 喻锋, 李晓兵, 王宏, 等. 皇甫川流域土地利用变化与生态安全评价[J]. 地理学报, 2006, 61(6): 645-653.
- [19] 姚永慧, 张百平, 韩芳, 等. 横断山区垂直带谱的分布模式与坡向效应[J]. 山地学报, 2010, 28(1): 11-20.