

刘洪柱,毛晓曦,王树涛. 滨海生态脆弱区土地景观格局动态变化分析——以黄骅市为例[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):245-251.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.066

# 滨海生态脆弱区土地景观格局动态变化分析

## ——以黄骅市为例

刘洪柱<sup>1</sup>, 毛晓曦<sup>1</sup>, 王树涛<sup>2</sup>

(1. 河北农业大学资源与环境科学学院, 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:**为探讨滨海生态脆弱区土地利用景观的时空动态变化过程,以河北省黄骅市为研究区,在1990、2000、2014年3期LandSat遥感影像的基础上,利用动态度模型、平面重心模型以及Arcgis 9.3、Fragststs 3.3等软件分析了该地区1990—2014年间土地景观格局的动态变化特征。结果表明,1990—2014年年间,从景观类型变化上看,建设用地和盐田面积增多,耕地、草地、湿地和盐碱地面积减少;园地和水域面积整体上较为稳定。从变化速度上看,盐田的变化速度最大,其次是湿地。从景观类型分布重心上看,各类景观都有不同程度的迁移,其中建设用地迁移的距离最远,其次是草地和盐碱地。从景观格局特征上看,景观整体破碎化程度增加,异质性增高。从景观格局梯度上看,水平样带上,一定范围内距离中心城区越远,土地景观类型越复杂,聚合度越差;但距海岸线30 km范围内,景观多样性降低,聚合度较大幅度上升;垂直样带上,由南到北,Shannon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,向北则呈现出聚合度先小幅上升后又下降的趋势。研究结果可为该地区制定土地利用与生态环境建设规划,实现可持续发展与生态城市建设提供理论依据。

**关键词:**景观格局;动态变化;黄骅市;滨海生态脆弱区

**中图分类号:** F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0245-07

景观格局一般指景观的空间结构特征,是由一系列大小、形状各异的斑块,在自然因素及人为因素的驱动下互相作用、互相干扰,形成的具有空间异质性的景观区域<sup>[1-3]</sup>。土地景观格局的形成,不仅反映了区域内生态系统的演变,更反映出人与自然之间相互作用、相互依存的关系,景观格局指数能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标<sup>[4-5]</sup>。景观格局分析是景观生态学研究的重要方法,研究土地景观格局的整体特征,分析其局部演变规律,有助于帮助人们认识土地资源变化过程,从而为土地利用规划的制定提供依据<sup>[6-8]</sup>。滨海位于海陆过渡带,其独特的地形地貌、海岸带、滩涂、湿地和野生动植物群落等自然景观是沿海特色的标志,也是保障滨海城市未来生活品质的基础。但自然因子急剧的梯度变化和脉冲式冲积使滨海生态系统处于脆弱状态,加之人类活动的强大干扰,滨海地区人口、资源、环境问题越发严重,土地景观格局也发生了较为明显的变化。因此,探讨滨海生态脆弱区土地景观格局的动态变化规律,可以为其土地生态治理提供理论支持。

本研究以滨海生态脆弱区河北省黄骅市为例展开土地景

观格局动态变化的研究,首先研究了土地景观类型面积变化特征、变化速度以及空间重心的迁移,然后选择指标从类型水平和景观水平上阐述了该地区的土地景观格局变化特征,最后从水平和垂直2个梯度上对土地景观格局的动态变化进行了分析。本研究对当地制定土地利用与生态环境建设规划、实现可持续发展与生态城市建设具有重要的现实意义和指导意义。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究区概况

黄骅市位于河北省东南部,是河北省沧州市管辖的县级市,东临渤海、西依沧州、南靠山东、北倚京津。位于117.08°~117.82°E和38.15°~38.65°N之间,总面积为1 717.50 km<sup>2</sup>,处在华北冲积平原黑龙港流域的最东端,地势低洼平坦,海拔高度一般为3~5 m<sup>[9]</sup>。地处暖温带半湿润季风气候区,因为靠近渤海而略具有海洋气候特征,季风显著,四季分明。历年平均日照时数为2 755 h,年平均蒸发量为1 908.7 mm,年平均降水量为627 mm,降水年际变化大,时空分布不均。处于“环渤海”及“环京津”的枢纽地带,不仅是沧州渤海新区的重要组成部分,也是“现代化沿海经济隆起带”的重要窗口。

### 1.2 数据来源与处理

1.2.1 数据来源 遥感数据来自于美国地质调查局网站和我国地理空间数据云。非遥感数据包括2014年黄骅市土地利用现状调查图、1:50万土壤类型图、DEM高程图、行政区划图,黄骅市国民经济和社会发展统计年鉴、黄骅市水利志等。

收稿日期:2016-02-21

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项(编号:201311060);河北省高等学校科学技术研究优秀青年基金(编号:Y2012015)。

作者简介:刘洪柱(1990—),男,河北玉田人,硕士研究生,研究方向为土壤与土地资源持续利用。Tel:(0312)7520120;E-mail:liuhongzhu@126.com。

通信作者:王树涛,副教授,硕士生导师,主要从事土地资源持续利用研究。Tel:(0312)7520120;E-mail:wangst@hebau.edu.cn。

1.2.2 数据处理 本研究使用 ENVI 4.7 软件进行遥感影像的预处理,预处理包括几何校正和影像裁剪。几何校正的目的是纠正系统及非系统性因素对遥感影像造成的影响,达到与标准图像或地图相吻合的目的<sup>[10-12]</sup>。影像裁剪的目的是将研究之外的区域去除。在进行了上述 2 步数据预处理操作后,采用监督分类法对 1990、2000、2014 年 3 期的影像图进行解译,最终得到黄骅市土地景观类型图(图 1)。

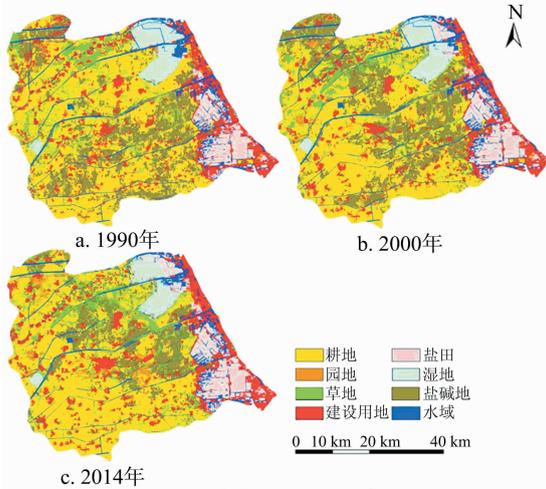


图1 黄骅市土地景观类型

### 1.3 研究方法

1.3.1 动态度模型 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。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: $U_a$ 、 $U_b$  分别表示研究区内某种类型的景观在研究期初和期末的数量,单位为  $\text{km}^2$ ;  $t_1$  和  $t_2$  表示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,刘纪远等学者提出了转移速率和新增速率的算法,见公式(2)、公式(3)<sup>[13-14]</sup>。

$$TRL_i = \frac{LA(i, t_1) - ULA_i}{LA(i, t_1)} / (t_2 - t_1) \times 100\% \quad (2)$$

表1 1990年和2000年黄骅市景观类型转移面积矩阵

1990年土地景观类型	2000年景观类型转移面积								总计
	耕地	园地	草地	建设用地	盐田	湿地	盐碱地	水域	
耕地	745.63	14.04	9.01	6.90	0.25	0.00	26.33	0.09	802.24
园地	0.00	30.32	8.47	14.03	0.00	0.00	0.00	0.00	52.82
草地	1.55	4.01	34.27	15.35	0.10	0.36	0.35	0.72	56.71
建设用地	17.45	3.08	1.03	343.30	6.14	0.00	1.23	15.96	388.19
盐田	0.00	0.00	0.00	0.00	131.12	0.00	0.00	0.00	131.12
湿地	0.00	0.00	0.00	10.00	3.34	102.08	0.00	0.39	115.81
盐碱地	28.48	2.29	1.61	4.88	0.04	0.64	453.36	0.87	492.17
水域	0.00	0.00	0.00	0.00	14.21	0.00	0.11	124.45	138.77
总计	793.11	53.74	54.39	394.46	155.20	103.08	481.38	142.48	2 177.83

新增耕地主要是建设用地的复垦,以及盐碱地转化而来;园地、草地的新增来源主要为耕地;建设用地和盐田面积分别从 388.19、131.12  $\text{km}^2$  变为 394.46、155.20  $\text{km}^2$ ,前者主要由耕地、园地、草地和盐碱地转化而来,而后者主要是由湿地、建设用地和水域转化而来。

$$IRL_i = \frac{LA(i, t_2) - ULA_i}{LA(i, t_1)} / (t_2 - t_1) \times 100\% \quad (3)$$

式(2)、式(3)中: $TRL_i$  表示第  $i$  种土地景观类型在监测期  $t_1$  到  $t_2$  期间的转移速率, $IRL_i$  表示第  $i$  种土地景观类型在监测期  $t_1$  到  $t_2$  期间的新增速率,单位均为  $\text{km}^2/\text{年}$ ;  $LA(i, t_1)$  为监测初期第  $i$  种土地景观类型的面积, $LA(i, t_2)$  为监测末期第  $i$  种土地景观类型的面积, $ULA_i$  表示监测期间第  $i$  种土地景观类型未变化部分的面积,单位为  $\text{km}^2$ 。

1.3.2 平面重心模型 研究区景观类型的空间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。具体公式<sup>[15-16]</sup>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(4)、式(5)中: $x$ 、 $y$  分别表示某种景观类型分布重心的经纬度坐标; $c_i$  表示该景观类型第  $i$  个斑块的面积; $x_i$ 、 $y_i$  分别表示某景观类型第  $i$  个斑块分布重心的经度、纬度坐标<sup>[17-19]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 土地景观类型时空变化分析

2.1.1 土地景观类型转移矩阵分析 为了探求研究区不同类型景观的数量转入转出情况,分别叠加 1990 年与 2000 年、2000 年与 2014 年遥感影像解译图,得到转移面积矩阵,结果见表 1、表 2。横向表示了不同景观类型的转出面积,纵向表示了不同景观类型的补给来源。

#### 2.1.1.1 黄骅市 1990 年和 2000 年景观类型转移矩阵分析

从表 1 中可以看出,耕地面积由 802.24  $\text{km}^2$  变为 793.11  $\text{km}^2$ ,主要转出为盐碱地、园地、草地和建设用地,部分园地、草地转为建设用地,转出的面积分别为 14.03  $\text{km}^2$  和 15.35  $\text{km}^2$ ;盐碱地面积减少,由 492.17  $\text{km}^2$  变为 481.38  $\text{km}^2$ ,主要转为耕地。湿地和水域面积则基本保持不变。

#### 2.1.1.2 黄骅市 2000 年和 2014 年景观类型转移矩阵分析

从表 2 可以看出,与 2000 年相比,2014 年黄骅市耕地面积由 793.11  $\text{km}^2$  减少至 780.82  $\text{km}^2$ ,主要转出 12.12  $\text{km}^2$  到园地,9.89  $\text{km}^2$  到建设用地;少部分园地和草地转为建设用地;建设用地转出较少,其中变成耕地和盐田的面积分别为

1.96 km<sup>2</sup> 和 1.48 km<sup>2</sup>;2000 年的盐田基本保持不变;湿地中, 转为盐田的面积为 6.6 km<sup>2</sup>, 占 2000 年湿地总面积的

6.40%;盐碱地主要转为耕地和建设用地,分别为 5.96 km<sup>2</sup> 和 8.98 km<sup>2</sup>;另外,3.08 km<sup>2</sup> 的水域面积转为耕地。

表2 2000年和2014年黄骅市景观类型转移面积矩阵

km<sup>2</sup>

2000年土地景观类型	2014年景观类型转移面积								总计
	耕地	园地	草地	建设用地	盐田	湿地	盐碱地	水域	
793.11	耕地	763.11	12.12	1.56	9.89	4.66	0.00	0.56	1.21
53.74	园地	4.28	40.89	0.99	4.18	0.83	0.00	1.79	0.78
54.39	草地	1.33	0.72	46.79	3.53	0.39	0.52	0.62	0.49
394.46	建设用地	1.96	0.00	0.38	389.12	1.48	0.29	0.64	0.59
155.20	盐田	0.73	0.00	0.00	0.06	154.35	0.00	0.02	0.04
103.08	湿地	0.37	0.00	0.33	0.86	6.60	88.36	2.45	4.11
481.38	盐碱地	5.96	0.53	0.51	8.98	0.98	0.00	463.68	0.72
142.48	水域	3.08	0.00	0.12	1.99	0.73	2.33	0.40	133.82
2 177.83	总计	780.82	54.26	50.68	418.61	170.03	91.51	470.16	141.76

从景观类型的转入角度来看,耕地的增加主要来自盐碱地和园地;园地的新增主要来自耕地;草地、盐碱地、湿地和水域新增不明显;对建设用地增加贡献最大的地类是耕地和盐碱地;盐田的增加主要来自于耕地、建设用地和湿地。

2.1.2 土地景观类型变化速度分析 根据动态度模型计算公式,可得到黄骅市土地景观类型变化速度表以及黄骅市土地景观类型变化速度折线图。

2.1.2.1 黄骅市 1990—2000 年土地景观类型变化速率分析

表3 1990—2000年黄骅市景观类型变化速度

土地利用类型	1990年		2000年		未变化面积 (km <sup>2</sup> )	转移部分		新增部分		变化速度 (%)
	面积 (km <sup>2</sup> )	比例 (%)	面积 (km <sup>2</sup> )	比例 (%)		面积 (km <sup>2</sup> )	转移速率 (%)	面积 (km <sup>2</sup> )	新增速率 (%)	
耕地	802.24	36.84	793.11	36.42	745.63	56.62	0.71	47.48	0.59	-0.11
园地	52.82	2.43	53.74	2.47	30.32	22.50	4.26	23.42	4.43	0.17
草地	56.71	2.60	54.39	2.50	34.27	22.44	3.96	20.12	3.55	-0.41
建设用地	388.19	17.82	394.46	18.11	343.30	44.89	1.16	51.16	1.32	0.16
盐田	131.12	6.02	155.20	7.13	131.12	0.00	0.00	24.08	1.84	1.84
湿地	115.81	5.32	103.08	4.73	88.36	27.45	2.37	14.72	1.27	-1.10
盐碱地	492.17	22.60	481.38	22.10	463.68	28.49	0.58	17.70	0.36	-0.22
水域	138.77	6.37	142.48	6.54	133.82	4.95	0.36	8.66	0.62	0.27

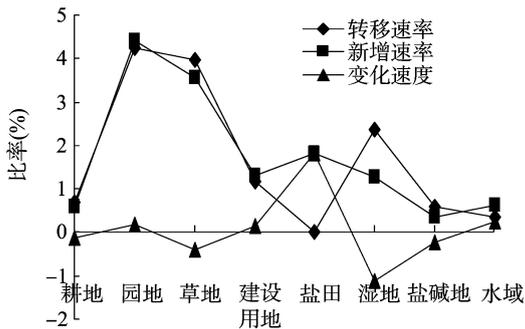


图2 1990—2000年黄骅市景观类型变化速度

2.1.2.2 黄骅市 2000—2014 年土地景观类型速度变化分析

由图3和表4可知,2000年到2014年各景观类型变化速率较为均匀,其中湿地的变化速度最大,为-1.02%,表明黄骅市的湿地继续收缩;草地的减少速度仅次于湿地,为-0.62%;盐田和建设用地,面积继续扩张,变化速度分别为0.87%和0.56%;其余景观类型的转移速度和新增速度基本持平。

由表3和图2可知,1990年到2000年盐田的变化速率最大,为1.84%,表明盐田面积增长较快;其次是湿地,变化速率为1.10%,方向为负,说明湿地面积逐年减少;其余各景观类型的变化速率相对较接近,呈减少趋势的耕地、草地和盐碱地变化速率分别为-0.11%、-0.41%、-0.22%;呈增加趋势的园地、建设用地和水域变化速率分别为0.17%、0.16%、0.27%。

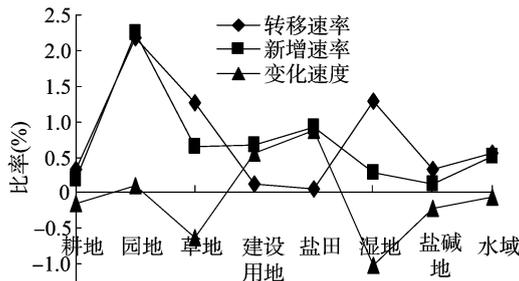


图3 2000—2014年黄骅市景观类型变化速度

2.1.3 土地景观类型空间变化分析

根据平面重心模型公式可以计算得出1990、2000和2014年的重心坐标,再根据距离计算公式可以得到不同研究时段各景观类型的迁移距离,结果见图4、表5。通过计算比较研究初期和研究末期各景观类型的分布重心,就可以得到研究时段内各景观类型的空间动态变化规律。在1990—2000年和2000—2014年这2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年间迁移的距离最远,为2.929 km;其次是草地,

表4 2000—2014年黄骅市景观类型变化速度

土地利用 类型	2000年		2014年		未变化面积 (km <sup>2</sup> )	转移部分		新增部分		变化速度 (%)
	面积(km <sup>2</sup> )	比例(%)	面积(km <sup>2</sup> )	比例(%)		面积(km <sup>2</sup> )	转移速率(%)	面积(km <sup>2</sup> )	新增速率(%)	
耕地	793.11	36.42	780.82	35.85	763.11	30.00	0.34	17.71	0.20	-0.14
园地	53.74	2.47	54.26	2.49	40.89	12.85	2.17	13.37	2.26	0.09
草地	54.39	2.50	50.68	2.33	46.79	7.60	1.27	3.89	0.65	-0.62
建设用地	394.46	18.11	418.61	19.22	389.12	5.34	0.12	29.49	0.68	0.56
盐田	155.20	7.13	170.03	7.81	154.35	0.85	0.05	15.68	0.92	0.87
湿地	103.08	4.73	91.51	4.20	88.36	14.72	1.30	3.15	0.28	-1.02
盐碱地	481.38	22.10	470.16	21.59	463.68	17.70	0.33	6.48	0.12	-0.21
水域	142.48	6.54	141.76	6.51	133.82	8.66	0.55	7.94	0.51	-0.05

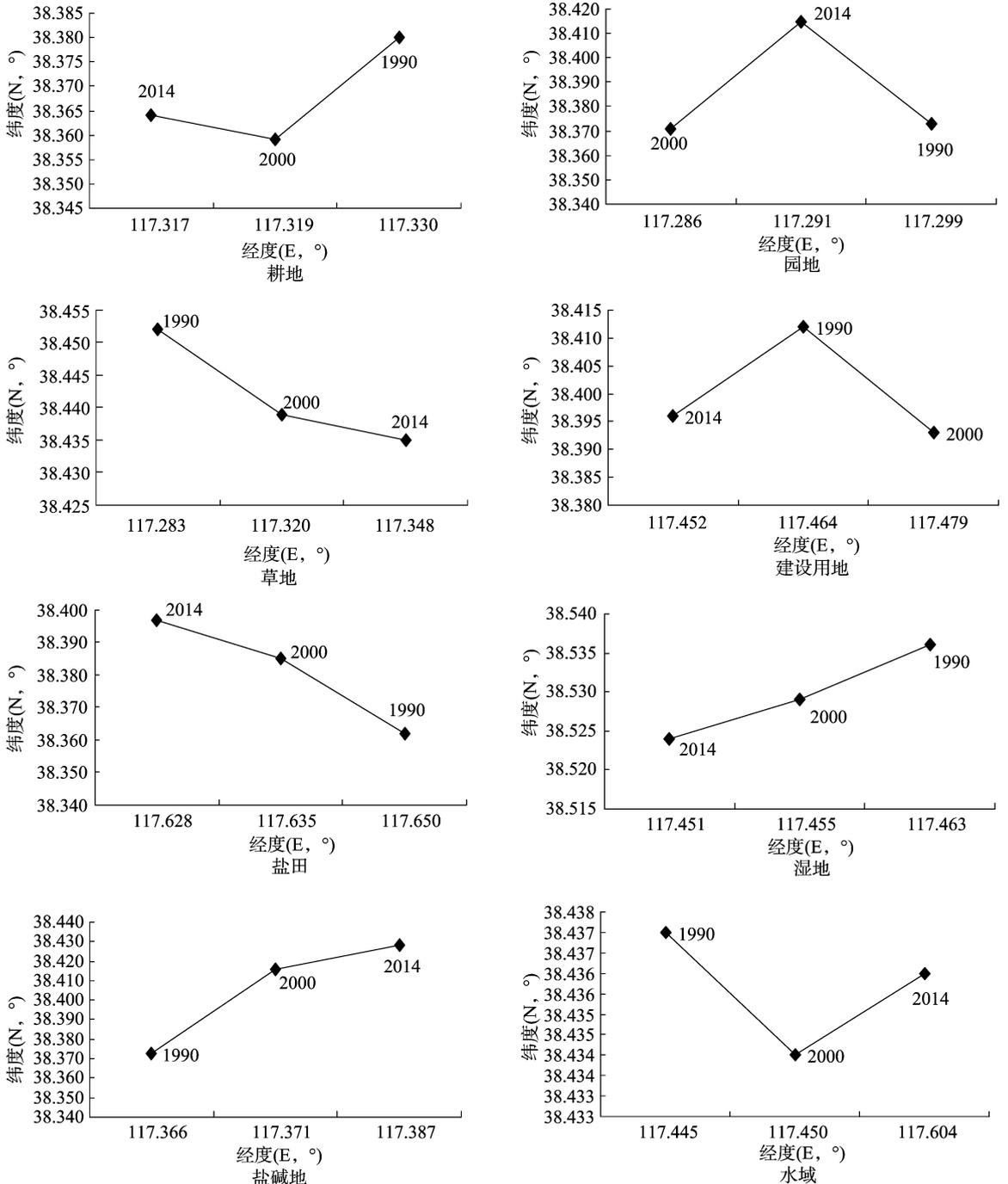


图4 1990—2014年黄骅市各景观类型重心变化

表5 1990—2014年黄骅市各景观类型重心变化

景观类型	重心坐标						迁移距离(km)	
	1990年		2000年		2014年		1990—2000年	2000—2014年
	纬度(N,°)	经度(E,°)	纬度(N,°)	经度(E,°)	纬度(N,°)	经度(E,°)		
耕地	38.380	117.330	38.359	117.319	38.364	117.317	1.903	0.919
园地	38.373	117.299	38.371	117.286	38.415	117.291	1.304	1.773
草地	38.452	117.283	38.439	117.320	38.435	117.348	2.355	1.884
建设用地	38.412	117.464	38.393	117.479	38.396	117.452	2.929	1.803
盐田	38.362	117.650	38.385	117.635	38.397	117.628	2.056	1.420
湿地	38.536	117.463	38.529	117.455	38.524	117.451	0.993	1.028
盐碱地	38.373	117.366	38.416	117.371	38.428	117.387	2.320	2.349
水域	38.437	117.445	38.434	117.450	38.436	117.604	0.646	0.236

在1990—2000年间迁移了2.355 km;再次是盐碱地,在2000—2014年间迁移距离为2.349 km。

## 2.2 土地景观格局特征变化分析

考虑到黄骅市景观格局空间分布的实际情况,本研究选取的景观指数包括平均斑块面积(AREA\_MN)、斑块所占景观面积的比例(PLAND)、斑块个数(NP)、斑块密度(PD)、景观形状指数(LSI)、丛聚指数(CLUMPY)、聚合度(AI)、蔓延度(CONTAG)、斑块内聚力指数(COHESION)、Shannon多样性指数(SHDI)、Shannon均匀度指数(SHEI)<sup>[20-21]</sup>。

2.2.1 类型水平变化特征 在Fragstats 3.3软件支持下,计算得出各景观类型在斑块类型水平上的指数变化结果(表6)。从表6可以看出,耕地为研究区的基质景观,斑块所占景观面积的比例最大,1990年、2000年和2014年分别为36.84%、36.42%、35.85%,斑块密度逐年增加,景观形状指数先增后减,表明耕地斑块的空间破碎度增强,但形状逐步趋向规则;园地、草地斑块所占景观面积的比例与平均斑块面积

均较小,其中园地斑块密度逐年降低,从聚指数和斑块内聚力指数均随时间的推移而升高,这说明园地景观破碎度逐渐小,且斑块愈来愈聚集,连通度提升,呈集中趋势发展;草地的景观形状指数增加幅度较大,由初期的63.83%增加到末期的99.41%,这说明草地斑块形状变异较大;建设用地斑块所占景观的面积比例逐渐增加,斑块密度逐渐增大,平均斑块面积增加明显,由8.45 km<sup>2</sup>增加到17.43 km<sup>2</sup>,表明其分布比较分散,破碎化程度较高,空间异质性程度也大;湿地的斑块密度、景观形状指数逐渐增加,平均斑块面积逐年减少,说明湿地面积有所减少,景观破碎度增加,且斑块形状愈来愈不规则;盐碱地面积减少较为明显,其面积占全部景观的比例由1990年的22.60%减少到2014年的21.59%,反映出盐碱地综合治理取得了一定的效果,但破碎度逐渐增加;盐田景观面积逐年增加,破碎化程度加重;水域景观在类型水平上变化不大,基本保持初期的状态。

表6 1990—2014年黄骅市景观斑块类型水平指数

景观类型	PLAND(%)			PD(个/km <sup>2</sup> )			LSI(%)		
	1990年	2000年	2014年	1990年	2000年	2014年	1990年	2000年	2014年
耕地	36.84	36.42	35.85	2.06	2.49	2.97	65.25	79.4	77.91
园地	2.43	2.47	2.49	1.29	1.24	0.25	51.93	51.42	26.8
草地	2.6	2.5	2.33	3.86	1.31	4.49	63.83	85.46	99.41
建设用地	17.82	18.11	19.22	0.65	1.1	1.68	61.27	67.61	65.26
盐田	6.02	7.13	7.81	0.2	0.19	0.22	20.77	18.83	21.32
湿地	5.32	4.73	4.2	0.03	0.06	0.07	6.98	7.3	9.02
盐碱地	22.6	22.1	21.59	2.45	1.45	1.35	77.33	59.56	59.57
水域	6.37	6.54	6.51	0.72	0.69	1.11	55.31	55.53	59.06

景观类型	AREA_MN(km <sup>2</sup> )			CLUMPY			COHESION(%)		
	1990年	2000年	2014年	1990年	2000年	2014年	1990年	2000年	2014年
耕地	13.18	17.09	16.91	0.76	0.82	0.81	98.7	98.53	98.93
园地	1.96	2.48	10.16	0.64	0.69	0.82	81.45	85.32	96.36
草地	1.51	6.25	1.64	0.6	0.74	0.58	88.79	93.15	85.52
建设用地	14.08	13.6	8.45	0.8	0.84	0.82	96.16	96.73	96.78
盐田	29.62	38.39	34.76	0.91	0.92	0.94	98.76	98.7	98.56
湿地	79.4	76.94	62.26	0.92	0.97	0.96	98.88	98.81	99.14
盐碱地	8.54	15.86	10.86	0.77	0.83	0.81	97.39	98.45	98.01
水域	8.79	9.49	5.88	0.72	0.75	0.74	96.81	96.88	96.02

2.2.2 景观水平变化特征 经Fragstats 3.3景观格局指数软件计算出景观水平指数的结果(表7)以及各指标的空间

分布图。从表7可以看出,25年间,黄骅市景观斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、景观形状指数(LSI)随年份的变化均

呈现增长趋势,说明景观整体破碎化程度逐渐加重;蔓延度(CONTAG)均小于50%,表明研究区景观的破碎程度大于集聚程度,也就是说研究区景观的连通性较差;并且,该指数随年份变化呈现减少的趋势,也同样说明了景观趋于破碎化的状态。

1990—2014年,Shannon多样性指数(SHDI)逐年增大,分别为1.7226、1.7254、1.7866,其中2000—2014年间年变化显著,说明土地利用类型越来越丰富,破碎化程度越来越

表7 1990、2000、2014年黄骅市景观水平指数

年份	NP	PD	LSI	CONTAG	SHDI	SHEI	AI
1990年	16 835	7.731 2	67.106 1	43.770 3	1.722 6	0.828 4	86.013 2
2000年	24 127	11.079 9	71.894 8	42.681 6	1.725 4	0.829 7	84.979 3
2014年	28 664	13.163 4	81.290 0	42.380 9	1.786 6	0.859 2	82.959 8

### 2.3 土地景观格局梯度变化分析

景观的空间梯度,指的是沿着某一特定的方向景观呈现出逐渐变化的、有规律的空间特征。本研究选择了关联度较小的2个指数——Shannon多样性指数(SHDI)和聚合度(AI)指数。

本研究选择了水平和垂直2条样带TR1和TR2(图5)。TR1基本与研究区内的河流水系平行,TR2垂直于TR1,2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,向左、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。

Shannon多样性指数(SHDI)的梯度变化如图6所示。从水平方向上看,随着时间的推移,Shannon多样性指数整体上逐年增加;由中心城区向西,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,中心城区连片的建设用地区块占主导地位,导致Shannon多样性指数较低;一定范围内距离中心城区越远,土地景观类型就趋向复杂多样;但距海岸线30 km范围内又开始下降,这主要由于成片盐田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

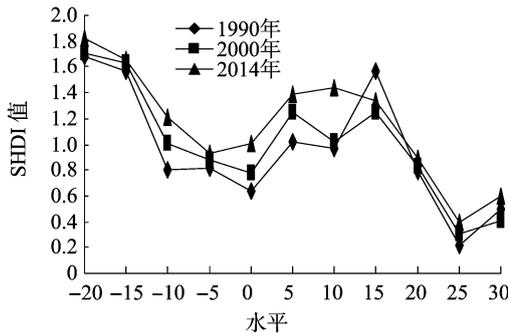


图6 Shannon多样性指数(SHDI)梯度变化

聚合度(AI)的梯度变化如图7所示。从水平方向上看,随着时间的推移,聚合度整体上逐年降低;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,与SHDI的变化趋势大致相反。这表明在水平方向,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,越趋向于离散分布;而海岸线附近由于大片的盐田而出现较大幅度的上升。从垂直方向来看,中心城区向南聚合度逐渐增加,时间上呈现

高,其不定性的信息含量也越来越大,景观格局的异质性增高;从Shannon均匀度指数(SHEI)变化来看,SHEI值逐年增大,并且越来越趋近于1,这表明各景观类型分布趋于均匀,某种或某几种景观在研究区的主导地位有所弱化,景观优势度降低,各景观类型在空间上的分布出现均衡化。聚集度(AI)则呈现逐年减少的趋势,其变化说明景观的聚集程度逐年减弱,破碎化加重。

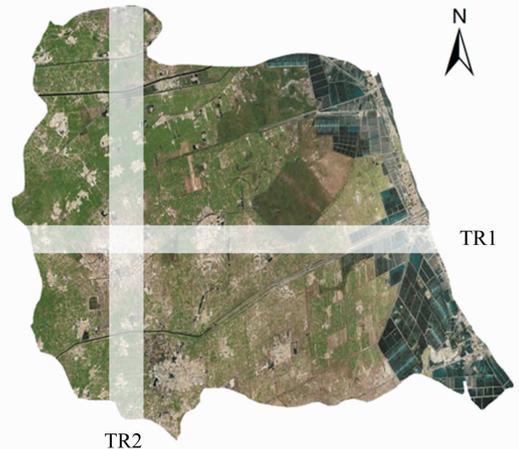
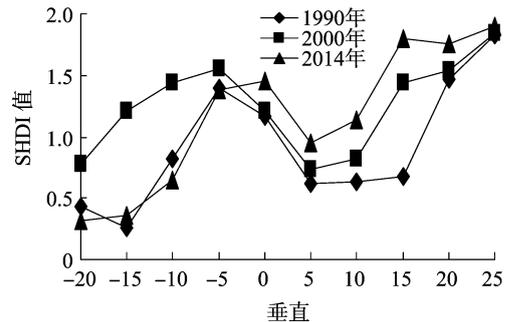


图5 2条样带的设置

类型较为单一,主要为耕地;北部广泛地分布着草地、园地、盐碱地等景观类型,导致景观的复杂化和丰富化。从时间变化上观察,发现中心城区以北的土地景观多样性逐年增加,中心城区向南,Shannon多样性指数则随年份的变化先升高后降低。



先降低后升高的规律;中心城区向北,聚合度先增加后降低,并且年份上逐年下降。这主要是由于南部大片耕地在土地整理、盐碱地治理的政策下日趋连片、聚集分布;中心城区以北则受到人类活动的干扰较剧烈,各类型景观随时间推移日趋破碎,5 km范围内景观类型较为均一,聚合度小幅上升,而5~25 km范围内草地、盐碱地、农村居民点显著增多,景观类型较为复杂,聚合度下降。

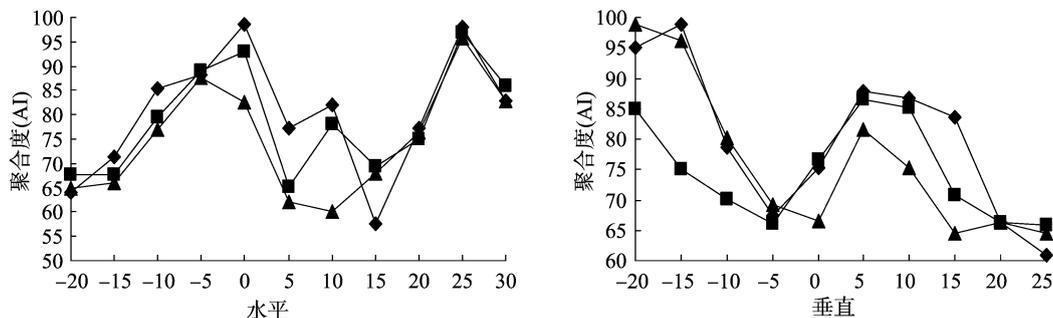


图7 聚合度(AI)梯度变化

### 3 结论与讨论

1990—2014年间,建设用地和盐田面积明显增多,耕地、草地、湿地和盐碱地面积明显减少,其中湿地是研究期间面积减少最多的地类;园地和水域面积整体上较为稳定,变化不大。从变化速度上看,1990—2000年盐田的变化速度最大,其次是湿地;从各景观类型的分布重心来看,1990—2000年和2000—2014年这2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年间迁移的距离最远,其次是草地和盐碱地。

从景观类型水平特征变化来看,耕地斑块形状在2000—2014年间逐步趋向规则;草地景观形状指数增加较为明显,形状变异较大;建设用地扩张严重,斑块密度逐渐增大,景观破碎度增加;湿地的斑块密度、景观形状指数有所增加,平均斑块面积减少,说明湿地景观破碎度增加,斑块形状愈来愈不规则;盐碱地面积减少较为明显,占全部景观的面积明显减少,但破碎度逐渐增加;盐田景观面积逐年增加,破碎化程度加重;水域景观斑块类型水平变化较小,基本保持原来水平。从景观总体水平特征变化来看,黄骅市景观斑块数量、斑块密度、景观形状指数随年份增加均呈现增长趋势,表明景观整体破碎化程度增加,异质性增高。

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30 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,北部土地受人类活动的干扰较剧烈,并且广泛分布着草地、园地、盐碱地等景观类型,导致由南到北,Shannon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。

#### 参考文献:

[1] 赵阳,余新晓,贾剑波,等. 红门川流域土地利用景观动态演变及驱动力分析[J]. 农业工程学报,2013,29(9):239-248.

[2] 段翰晨,王涛,薛娴,等. 科尔沁沙地沙漠化时空演变及其景观格局——以内蒙古自治区奈曼旗为例[J]. 地理学报,2012,67(7):917-928.

[3] 李文杰,乌铁红,李晓佳,等. 内蒙古希拉穆仁草原旅游地景观格局动态变化[J]. 地理科学,2013,33(3):307-313.

[4] 刘吉平,赵丹丹,田学智,等. 1954—2010年三江平原土地利用景

观格局动态变化及驱动力[J]. 生态学报,2014,34(12):3234-3244.

[5] Wu J G, Hobbs R. Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis[J]. Landscape Ecology, 2002, 17(4):355-365.

[6] Geist H J, Lambin E F. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation[J]. Bioscience, 2002, 52(2):143-150.

[7] Moser D, Zechmeister H G, Plutzer C, et al. Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes[J]. Landscape Ecology, 2002, 17(7):657-669.

[8] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1998, 25(1):3-15.

[9] 李楠. 黄骅市水土资源空间优化耦合研究[D]. 石家庄:河北师范大学,2012.

[10] 刘红玉,吕宪国,张世奎. 三江平原流域湿地景观多样性及其50年变化研究[J]. 生态学报,2004,24(7):1472-1479.

[11] 曹雪,罗平,李满春. 基于扩展CA模型的土地利用变化时空模拟研究:以深圳市为例[J]. 资源科学,2011,33(1):127-133.

[12] 龙腾飞,焦伟利,王威. 基于面特征的遥感图像几何校正模型[J]. 测绘学报,2013,42(4):540-545.

[13] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报,2014,69(1):3-14.

[14] 马士彬,张勇荣,安裕伦. 山区城市土地利用动态空间分布特征——以贵州省六盘水市为例[J]. 自然资源学报,2012,27(3):489-496.

[15] 常成,刘霞,张光灿,等. 利用马尔柯夫过程预测蒙阴县土地利用/覆被格局变化[J]. 土壤,2010,42(2):309-313.

[16] 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.

[17] 徐丽华,王欢欢,张结存,等. 近15年来杭州市土地利用结构的时空演变[J]. 经济地理,2014,34(7):135-142.

[18] 亢庆,张增祥,王长有,等. 艾比湖绿洲农业区土地利用动态与盐碱化影响的遥感应用研究[J]. 农业工程学报,2006,22(2):73-78.

[19] 赵锐锋,陈亚宁,李卫红,等. 塔里木河干流区土地覆被变化与景观格局分析[J]. 地理学报,2009,64(1):95-106.

[20] 林娜,徐涵秋,何慧. 南方红壤水土流失区土地利用动态变化——以长汀河田盆地地区为例[J]. 生态学报,2013,33(10):2983-2991.

[21] 崔晓伟,张磊,朱亮,等. 三峡库区开县蓄水前后景观格局变化特征[J]. 农业工程学报,2012,28(4):227-234.