

滩涂围垦对东台海岸带景观格局影响研究

杨晓玲¹, 沈永明²

(1. 南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210046; 2. 南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210046)

摘要: 借助遥感和 GIS 技术, 通过景观格局指数的计算, 来分析围垦对东台海岸带景观格局的影响。研究发现, 1995~2006 年间, 围垦区海岸带景观破碎化程度减弱, 斑块形状多样性和复杂性程度降低, 景观格局态势朝单一化方向发展, 景观异质性在整体上有减弱的趋势。然而, 在空间上景观格局的变化又有异于整体。主要表现为: 农业区破碎化程度减弱, 斑块形状简单化, 景观格局朝均衡化分布; 笆斗区破碎化程度加剧, 斑块形状复杂化, 优势斑块碱蓬被耕地替代; 三仓区破碎化程度加剧, 斑块形状趋于复杂, 由滩地、碱蓬为主的景观格局演变成滩地、耕地、碱蓬比重势均的格局。总之, 围垦区内自然景观的破碎度增强, 各斑块类型的形状日渐复杂, 景观空间结构趋于复杂化。

关键词: 围垦; 海岸滩涂; 景观格局; 景观指数

中图分类号: P748

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2012)01-0094-06

海岸滩涂是江苏海岸最重要的自然资源之一, 也是海岸湿地的重要组成部分^[1]。江苏海岸历史上就是人类活动频繁的地区, 滩涂围垦则是人类利用盐沼湿地资源最主要也是最广泛的方式^[2]。近些年, 随着社会经济的发展和土地的迫切需求, 围垦速度加快, 使盐沼湿地面积越来越少^[3], 不仅削弱了其对海岸的防御功能, 还改变了自然海岸格局, 对海岸系统产生强烈扰动, 造成新的不平衡^[4], 并对海岸环境产生了一系列不可逆转的影响^[5-7]。主要表现在: 对水动力环境的影响^[8]、对营养物质循环的影响^[9]、对潮滩生态环境演替的影响^[10]、对土壤粒径分布^[11]等的影响。因此, 围垦开发造成的环境影响研究, 是进行海岸带生态建设最基础的研究和前提。

景观格局是指景观组成单元的类型、数目以及空间分布与配置^[12]。景观格局及其变化与发展是自然、生物和社会要素长期相互作用的结果, 一切自然营力及人类活动都将引起景观格局的变化^[13-14]。因此, 对某区域景观空间格局的研究, 是揭示该区域生态状况及空间变异特征的有效手段, 通过定量分析景观空间格局的特征指数, 可以从宏观角度给出区域生态环境状况。本文拟以东台海岸滩涂为例, 选取 1995 年和 2006 年两景 TM 影像作为数据源(空间分辨率为 30 m), 从空间和时间尺度上来研究围垦引起的海岸带景观格局变化的强度和方向, 旨在了解该区生态环境状况, 为海岸带生态建设提供重要的科学依据。

1 研究区概况

东台市位于江苏省中部地区, 32°33'~32°57'N, 120°07'~120°53'E 之间。东临黄海, 处于泰州、扬州、南通、盐城四市交界处。东台市境地形总体比较平坦, 但也微有起伏, 大部分地区在 2.6~4.6 m 之间, 少数地区最高达 5.1 m, 最低为 1.4 m, 形成南高北低、东高西低的地貌。东台属北亚热带海洋性气候, 四季分明, 日照充分, 雨量充沛, 年平均降雨量 1 044 mm 平均气温 15.6 °C, 年日照 2 209 h。境内属长江中下游冲积平原, 土质偏沙, 土壤有机质含量为 1.4%。东台市拥有 85 km 海岸线, 滩涂资源丰富, 滩涂面积 10.4 万 hm², 占全省的 1/5 多, 另有东沙、蒋家沙等岸外辐射沙州 13 万 hm² 多。

本文研究区范围界定为: 以三仓河、东台河为南、北界限, 新海堤公路为西界, TM 影像所能覆盖的陆地区域边界为东界。但是, 与 1995 年 TM 影像相比, 2006 年的海岸滩涂已经发生了明显的变化。因此, 为了确保两期影像研究区范围的一致性, 本文将研究区范围稍微扩大形成一个规则的矩形区域, 南北方向在 32°5'32.33"~32°6'53.45"N 之间, 东西方

收稿日期: 2010-01-26; 修回日期: 2011-06-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(40401059); 江苏省“青蓝工程”资助

作者简介: 杨晓玲(1986-), 女, 山西朔州人, 硕士, 手机: 18735136223, E-mail: yangxiaoling263@126.com; 沈永明, 通信作者, E-mail: yongmsh@163.com

向在 120°0'32.43"~120°6'54.95"E 之间, 总面积是 54151.56 hm²(图 1)。

为便于分析, 将研究区分为农业区、笆斗区和三仓区。农业区是 1995 年之前围垦的区域, 因主要以种植业为主, 称之为农业区; 笆斗区内主要是 1996 年围垦的笆斗垦区和 2005 年围垦的笆东垦区。笆斗垦区 2 800 hm², 主要以种植业和林业为主。笆东垦区 1 000 hm² 主要以水产和养殖业为主; 三仓垦区包括 1996~1997 年围垦的三仓片垦区以及 2004~2005 年围垦的仓东垦区。三仓垦区 3 447 hm², 以种植业和水产养殖为主。仓东垦区 2400 hm², 主要以养殖和风力发电为主。

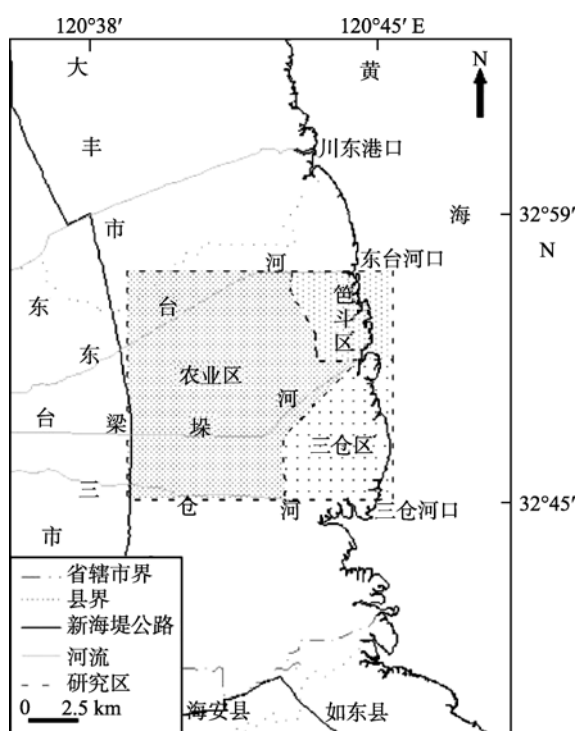


图 1 研究区位置与分区

Fig. 1 Location of the study area and its subareas

2 研究方法

2.1 图像处理

选取 TM5(R)、TM4(G)、TM3(B)三个波段进行假彩色合成, 该组合反映较多的地物信息, 且色调的配置符合人眼主观视觉的心理平衡。选取 30 个均匀分布的控制点, 采用二次多项式校正函数, 对图像进行几何校正, 控制点校正时的均方根误差最大为 0.4187。然后采用不改变象元亮度值的最邻近内插法进行重采样, 并对图像进行二次线性拉伸做增

强处理。

2.2 图像分类

以 2006 年 TM 影像作为底图, 绘制出笆斗感兴趣区和三仓感兴趣区, 然后对影像进行掩膜处理, 形成 3 幅大小相同的图像, 分别为笆斗区图、三仓区图、农业区图。用相同的感兴趣区, 对 1995 年 TM 影像也做同样的处理。结合当地的土地利用状况, 根据遥感影像的色调、灰度、地物性状和纹理特征等对 6 幅图像建立统一的判别标志, 将研究区土地利用类型分为 9 种, 分别为耕地、林地、居民地、水域、碱蓬、米草、滩地、养殖地、海水, 然后采用最大似然法进行监督分类^[15-16]。最后, 分别将 1995 年、2006 年的 3 个区域的分类图像进行镶嵌叠加, 形成两期研究区总分类图。

2.3 数据处理

将 1995 年、2006 年的笆斗区分类图、三仓区分类图、农业区分类图以及总分类图在 ENVI 中保存为栅格格式, 然后在 ArcView3.3 中去除背景, 直接导入 FRAGSTATS3.3 中进行计算。由于定量描述景观格局的指数较多, 而且很多指数之间的相关性也很高, 所以同时采用多种指数(尤其是同一种景观类型的指数)并不增加“新”的信息^[17]。因此本文选取了几种具有代表性的景观指数。在斑块类型尺度上选取: 斑块所占景观面积比(P), 斑块个数(N), 平均斑块分维数指数(F); 在景观类型尺度上选取: 斑块密度(D), 分维数指数(F'), Shannon 多样性指数(H)。

$$D = N' / A \quad (1)$$

N' 为景观的斑块总数, A 为景观斑块总面积。

$$F = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \right]}{N} \quad (2)$$

m 为景观类型数量, n 为 i 类斑块个数, P_{ij} 是 i 类第 j 个斑块的周长, a_{ij} 为 i 类第 j 个斑块的面积。

$$H = \sum_{i=1}^m [P_i \ln(P_i)] \quad (3)$$

P_i 为第 i 类景观类型所占的面积比例。

3 围垦对研究区海岸带景观格局的影响

3.1 围垦对景观破碎化的影响

通过对斑块密度指数的计算发现(表 1): 在 1995~2006 年间, 农业区斑块密度指数降低, 笆斗区

和三仓区斑块密度指数增大。而斑块密度指数能反映景观空间结构的复杂性,与景观破碎化程度成正比。所以由表 1 可知,11 a 间农业区破碎化程度呈减小的趋势;而笆斗区、三仓区的破碎化程度却明显增大,尤以笆斗区最为显著。农业区破碎化程度降低,主要是因为:受人为开发活动的影响,原来呈散状分布的林地、居民地转为带状或团聚状分布,致使林地和居民地的斑块个数急剧下降(图 2),导致农业区的斑块密度指数下降,破碎化程度减小。而在笆斗区和三仓区内,原来大面积的碱篷地、米草地被围垦成零零散散的小面积斑块,其斑块个数也大幅度增加(图 2)。碱篷的斑块个数增大幅度最大,为 59.6%;米草增大 39.1%;养殖地是新增类型,斑块个数是净增长;耕地斑块个数也明显增大。正是由于碱篷、米草、养殖地、耕地的斑块个数增大,才导致以这些景观斑块为主的笆斗区和三仓区的总斑块个数增加,景观斑块密度增大,破碎化程度加剧。但是就整个研究区而言,由于林地斑块个数骤降,导致研究区全区斑块个数减少,所以斑块密度减小,全区景观破碎化程度减小。

表 1 各区斑块密度指数
Tab. 1 Density indexes in different study areas during the period of 1995–2006

研究区	D(个/hm ²)	
	1995 年	2006 年
农业区	21.986 9	10.826 2
笆斗区	19.958 5	21.228 3
三仓区	11.995 5	16.338 7
全区	20.462 9	13.699 9

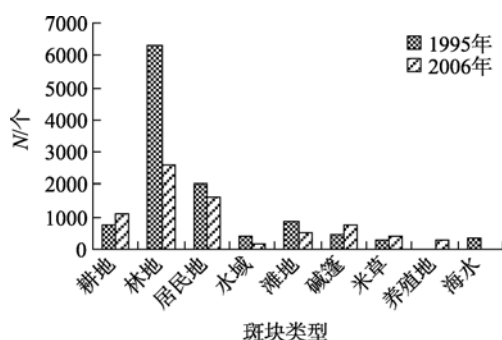


图 2 全区各斑块类型斑块个数

Fig. 2 Patch number of different patch type in the study areas

景观破碎化不但会缩小某一类生境的总面积和每一斑块的面积,还会影响到种群的大小和灭绝的速度^[18]。若将碱篷、米草这些与生物多样性有密切

联系的景观归为自然景观,那么,自然景观破碎度的增强,会导致其平均斑块面积的减小,将严重威胁该区域的生态系统。

3.2 围垦对景观斑块形状的影响

各区平均斑块分维数的计算结果显示(表 2):1995~2006 年间,除农业区平均斑块分维数呈下降趋势外,笆斗区、三仓区平均斑块分维数都呈上升趋势。这是因为,11 a 间,农业区内各景观斑块在人类开发利用活动干扰下变得日渐规则,所以各类型斑块的平均斑块分维数减小^[19](图 3),只有林地略有增大。但由于农业区是以耕地、居民地、水域为主,林地的斑块个数又急剧下降,所以整个农业区景观平均斑块分维数降低。这期间,笆斗区和三仓区的碱篷地、滩地、米草地这些自然景观被大面积围垦,而被围垦后的碱篷地、滩地、米草地变得零零散散。围垦还切断了潮盆近岸部分的潮沟系统,改变了潮盆的局地水沙环境^[20],潮流的任意冲刷使笆斗区、三仓区景观斑块形状各异。因此这些自然景观平均斑块分维数增大,斑块形状趋于复杂(图 3)。所以,笆斗区、三仓区景观平均斑块分维数增大。而就整个研究区而言,人工景观斑块所占比例大于自然景观斑块,而且围垦后的新增斑块养殖地也都是规则形

表 2 各区平均斑块分维数
Tab. 2 Mean patch fractal indexes of different study areas in the period of 1995–2006

研究区	F	
	1995 年	2006 年
农业区	1.045 2	1.039 2
笆斗区	1.037 7	1.044 2
三仓区	1.035 7	1.042 9
全区	1.042 9	1.041 0

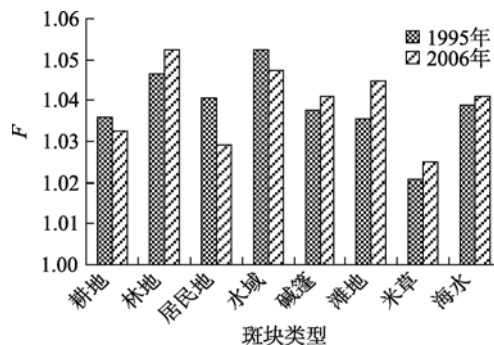


图 3 研究区各斑块类型平均斑块分维数

Fig. 3 Mean patch fractal indexes of different patch types in the study areas

状, 所以研究区景观平均分维数降低, 景观斑块的自相似性增强, 景观异质性降低, 斑块整体形状的多样性和复杂性程度也就降低。

因此, 虽然整个研究区的景观斑块形状趋于规则化, 但是自然景观斑块的形状却变得日渐复杂, 而太过复杂的景观边界很可能会影响原海岸带生态系统能量、养分和生物流动与扩散。

3.3 围垦对景观斑块分布格局的影响

表 3 显示: 1995~2006 年间, 农业区、笆斗区、三仓区景观多样性指数都明显增大, 而全区景观多样性指数却略有下降。

1995~2006 年间, 农业区景观多样性指数增大的主要原因是: 农业区优势斑块耕地所占比例降低, 而稀有斑块所占比例增大, 出现景观斑块均衡分布的情况(图 4)。农业区的景观类型主要有耕地、林地、居民地、水域。1995 年耕地面积占该区景观总面积

的 79.4%, 是整个景观的主导斑块类型; 林地、居民地、水域分别只占 17.2%, 1.9%和 1.5%, 都属于稀有类型。2006 年, 人们对土地利用的形式没有发生改变, 只是优势斑块耕地所占比重下降到 74.9%, 而稀有斑块林地、居民地、水域各自所占比重却略有增加, 出现景观斑块均衡分布的情况, 所以农业区景观多样性指数增大。

表 3 各区多样性指数

Tab. 3 Diversity indexes of different study areas in the period of 1995-2006

研究区	H	
	1995 年	2006 年
农业区	0.625 5	0.705 8
笆斗区	1.431 3	1.654 0
三仓区	0.858 7	1.565 7
全区	1.376 8	1.368 9

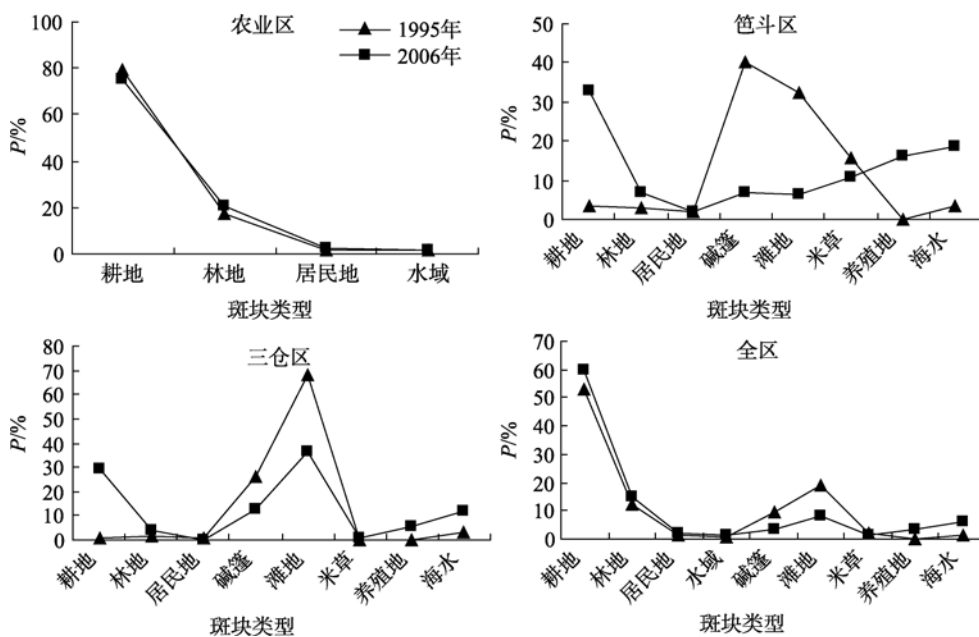


图 4 各区域不同景观斑块所占景观面积比

Fig. 4 Proportions of different patch types in the landscape in different regions

1995~2006 年间, 笆斗区景观多样性指数也呈增大趋势, 这是因为: 与 1995 年相比, 2006 年笆斗区不仅景观类型数目增加, 而且也出现景观斑块均衡分布的情况, 并且优势斑块碱篷被耕地所替代(图 4)。笆斗区景观类型较多, 围垦后, 土地利用形式发生改变, 新增一类养殖地。1995 年笆斗区景观优势斑块是碱篷、滩地、米草, 分别占景观总面积的 40.4%, 32.4%和 15.4%, 其他类型均小于 5%。2006

年, 碱篷、滩地、米草所占比例分别下降到 6.8%, 6.1%, 10.8%, 而其他稀有类型却都有增加, 尤以耕地增加幅度最大, 已占到景观总面积的 32.8%, 取代碱篷成为优势斑块。因此, 11 a 后, 笆斗区景观斑块整体上呈均衡化分布, 景观多样性指数增大, 此时耕地已经占据绝对优势地位。

表 3 显示, 11 a 间, 三仓区景观类型多样性指数增大幅度最大, 为 82.3%。一方面是由于该区斑块类

型数目增加;另一方面是因为该区由滩地、碱篷为主的景观格局演变成滩地、耕地、碱篷比重势均的格局(图 4)。三仓区景观类型与笆斗区一样,也新增一类养殖地。1995 年景观主导类型斑块是滩地和碱篷,所占比重分别是 67.9%, 26.2%。2006 年景观主导类型斑块为滩地、耕地、碱篷,所占比重分别是 36.6%, 29%, 12.8%。此时耕地虽还没有占到绝对优势地位,但其面积的急剧增加以及碱篷和滩地面积的减少使得景观各组分的比例发生了变化,景观斑块逐渐向均衡化发展,景观多样性指数增大。

研究区全区的景观多样性指数与各区有所不同,是呈下降趋势的(表 3)。这是因为:就研究区整体而言,耕地是优势斑块,碱篷、米草是稀有斑块,围垦导致碱篷、米草的面积减少,削弱了稀有斑块的贡献率,而优势斑块的比例却相对增大。1995 年,耕地占景观总面积的 53.3%,属于优势斑块,稀有斑块类型以碱篷、米草、居民地为主(图 4)。2006 年,尽管研究区景观斑块类型增加,但是围垦减小了碱篷、米草的面积,却使得耕地、林地、居民地的面积相对增加,致使耕地成了占景观总面积 60%的绝对优势斑块,景观斑块朝单一化方向发展,景观类型多样性指数减小。

因此,农业区、笆斗区、三仓区的景观格局均朝均衡化方向发展,景观类型多样性指数增大。并且,随着围垦活动的加剧,笆斗区、三仓区的优势斑块滩地、碱篷正逐渐被耕地取代。但就整个研究区而言,景观类型多样性指数减小,景观异质化程度降低,景观格局态势朝单一化方向发展。由围垦引起的适合于动植物生存的自然景观面积的逐渐减少,将直接导致海岸带生物多样性的降低。

4 海岸带景观格局变化驱动力分析

景观格局变化的根本原因在于外界的干扰,这种干扰有人为因素和自然因素。东台海岸带景观格局的形成主要是以人为因素为主,自然因素为辅综合影响造成的。在人口增长和经济压力的驱动下,再加上政府政策的导向,江苏兴起了以增加耕地面积为主要目的围海造田运动,并且逐渐发展成熟。围垦对海岸带景观格局的影响除了人为因素的直接作用外,还有围垦引起的自然因素的变化。

农业区已属于围垦成熟区,耕地为主导斑块,林地,居民地和水域属稀有斑块。在人为因素的影响下,耕地所占比重下降,稀有斑块所占比重略微增

加,各斑块形状均趋于规则,较为分散的林地、居民地也逐渐呈团状或带状分布,而自然因素影响相对较小。因此农业区景观格局分布呈均衡化,景观破碎化程度减弱,斑块形状简单化。

在人为因素的作用下,笆斗区和三仓区的围垦程度日渐加剧,原本以自然景观为主的景观格局变成人文景观、自然景观比重势均的景观格局。围垦还改变了潮滩的水沙环境、物质循环等自然环境因素。而自然因素的影响,又比人为因素更无规则化、无趋势化,所以笆斗区、三仓区景观格局的破碎程度和复杂程度较农业区高。因此,在人为因素和自然因素相互影响下,景观斑块个数增多,破碎化程度加剧,形状趋于复杂化。

5 结论

1995~2006 年间,东台海岸带景观格局发生了显著的变化,经分析得出:(1)整个研究区以人工景观为主,在人为因素的干扰下,各人工景观的平均斑块分维数降低,斑块形状趋于规则,景观格局异质性降低。而林地斑块个数的急剧下降导致研究区景观斑块密度下降,破碎化程度减弱。农业区全部为人工景观,景观格局变化趋势与全区一致。但是笆斗区、三仓区以自然景观为主,围垦直接导致碱篷、滩地、米草斑块面积的减少。在人为因素和自然因素共同作用下,斑块形状复杂多样,平均斑块面积大幅度减小,以致景观空间结构趋于复杂,破碎化程度增强。(2)在整个研究区内,耕地占据着绝对的优势地位。11 a 间,耕地面积没有减少反而增加,稀有斑块滩地、碱篷、米草的面积减少,导致景观类型多样性指数下降,景观异质化程度降低,整体格局态势朝单一化方向发展。但在空间上,农业区、笆斗区、三仓区的景观类型多样性指数却增大,景观斑块均呈均衡化分布。农业区以耕地为主;笆斗区耕地取代碱篷成为优势斑块;三仓区由滩地、碱篷为主的景观格局演变成滩地、耕地、碱篷比重势均的格局。

可见,围垦对海岸带景观格局的影响会受到尺度的限制,尺度太大,人为因素影响占主导地位,会忽略围垦对景观格局的影响。因此,在研究围垦对海岸带景观格局的影响时,需要选取合适的研究尺度,这样才能客观地了解围垦引起的景观格局的变化,从而合理规划海岸带的景观格局,以减少其对海岸带生态环境的影响,实现海岸带资源利用的可持续发展。

参考文献:

- [1] 王艳红, 温永宁, 王建. 海岸滩涂围垦的适宜速度研究——以江苏淤泥质海岸为例[J]. 海洋通报, 2006, 25(02): 15-20.
- [2] 王爱军, 高抒. 江苏王港海岸湿地的围垦现状及湿地资源可持续利用[J]. 自然资源学报, 2005, 20(06): 822-829.
- [3] 沈永明, 冯年华, 周勤. 江苏沿海盐田围垦现状及其对环境的影响[J]. 海洋科学, 2006, 30(10): 39-43.
- [4] 郭伟, 朱大奎. 深圳围海造地对海洋环境影响的分析[J]. 南京大学学报(自然科学版), 2005, 41(3): 286-296.
- [5] 李加林, 杨晓平, 童亿勤. 潮滩围垦对海岸环境的影响研究进展[J]. 地理科学进展, 2007, 26(02): 43-51.
- [6] 陈宏友, 徐国华. 江苏滩涂围垦开发对环境的影响问题[J]. 水利规划与设计, 2004, (1): 18-21.
- [7] 胡小颖, 周兴华, 刘峰. 关于围填海造地引发环境问题的研究及其管理对策的探讨[J]. 海洋开发与管理, 2009, 26(10): 80-86.
- [8] 周安国, 周大成, 姚炎明. 海湾围垦工程作用下的动力沉积响应[J]. 环境污染与防治, 2004, 26(4): 281-286.
- [9] 林义成, 丁能飞, 傅庆林, 等. 工程措施对新围砂涂快速脱盐的效果[J]. 浙江农业科学, 2004, 6: 336-338.
- [10] 陈才俊. 围垦对潮滩动物资源环境的影响[J]. 海洋科学, 1990, 14(6): 48-50.
- [11] 周学峰, 赵睿, 李媛媛. 围垦后不同土地利用方式对长江口滩地土壤粒径分布的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5545-5551.
- [12] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 17.
- [13] Turner M G, Ruscher C L. Changes in landscape patterns in Georgia [J]. USA: Landscape Ecology, 1988, 1(1): 241-252.
- [14] Turner T. Landscape Planning [M]. London: Hutchinson Education, 1987.
- [15] 黄华兵. 基于遥感与 GIS 的景观类型信息提取及景观格局分析[D]. 西宁: 中国科学院盐湖研究所, 2005.
- [16] 王晶晶, 张鹰, 陶菲. 盐田水体遥感分类方法研究[J]. 海洋技术, 2005, 24(01): 67-71.
- [17] Hargis C D, Bissonette J L. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation[J]. Landscape Ecology, 1998, 13: 167-186.
- [18] 秦丽杰, 张郁, 许红梅, 等. 土地利用变化的生态环境效应研究——以前郭县为例[J]. 地理科学, 2002, 22(4): 508-512.
- [19] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J]. 地理学报, 1999, 54(3): 412-246.
- [20] 李加林, 王艳红, 张忍顺, 等. 潮滩演变规律在围堤选线中的应用[J]. 海洋工程, 2006, 24(2): 100-106.

Impact of coast beach reclamation on Dongtai coastal landscape pattern

YANG Xiao-Ling¹, SHEN Yong-Ming²

(1. College of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China; 2. School of Geographic Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Received: Jan., 26, 2010

Key words: reclamation; coast beach; landscape pattern; pattern index

Abstract: Remote sensing and GIS technology were used for analyzing the impact of reclamation on Dongtai coastal landscape pattern by calculating landscape pattern indexes. It was found that coastal landscape fragmentation decreased, the diversity and complexity of patch shape reduced, the distribution of landscape pattern trended to be simple, and the whole heterogeneity of landscape in study area had a weakening trend during the period of 1995 to 2006. However, the changes in landscape pattern were different from the whole in spatial view. In agriculture study area, the degree of landscape fragmentation reduced, patch shape became simplistic, landscape pattern evenly distributed; in Badou study area, the degree of landscape fragmentation increased, patch shape became complicated, the dominant path alkali canopy had been replaced by farmland; in Sancang area, landscape fragmentation increased, patch shape became more complicated, the beaches, alkali canopy dominated landscape pattern evolved into beaches, farmland and alkali canopy evenly distributed pattern. In a word, the fragmentation of natural landscape enhanced in the reclamation areas, the shape of various types of patches became complex, and the landscape spatial structure trend to more complicated.

(本文编辑: 刘珊珊)