

近百年福州市区河流湿地景观演变分析

李文实¹, 范小军²

1. 泉州师范学院资源与环境科学学院, 福建泉州 362000
2. 中国航海图书出版社, 天津 300450

摘要 以 1950、1977 和 1996 年海图为数据源, 利用 ArcGIS 10 及 FRAGSTATS 3.3, 选取 NP, CA, MPS, MSI, FD, LPI, FN, SHDI, SHEI 及 CONTAG 等指标, 对福州市区河流湿地南港(乌龙江)近百年来景观演变进行定量分析。依据岸线及 0m 等深线把河流湿地景观划分为河床、滩涂和岛屿沙洲三种类型。研究发现, 研究区河流湿地面积减少, 以河床减少最快, 岛屿沙洲面积因并岸而微减后又增加, 滩涂面积增加后略减少。总体景观异质性下降, 河床从原来的连结为一体的基质转变为互相分割的廊道, 其内部联系变弱, 滩涂从原来被河床分割为零散的数十个斑块而连接成为面积较大联系较强的几个大斑块, 成为研究区的基质, 内部联系增强, 岛屿沙洲经由分割合并而面积增加且形状日趋规整, 对河床及滩涂的阻隔作用加大。

关键词 城市河流湿地; 景观格局; 福州; 乌龙江(南港)

中图分类号 P901, P942

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.14.009

Landscape Pattern of the River Wetland in Fuzhou during the Last Century

LI Wenshi¹, FAN Xiaojun²

1. School of Resources and Environment Science, Quanzhou Normal University, Quanzhou 362000, Fujian Province, China
2. China Navigation Publications Press, Tianjin 300450, China

Abstract The wetland is one of the most important ecosystems on earth. It plays an important role in the urban formation and its sustainable development. With the geographical expansion of cities, the wetland area is greatly reduced all over the world. The landscape pattern of the urban wetland experiences great changes at the same time. Fuzhou, the provincial capital of Fujian, the national level famous historical and cultural city, is located in southeast China, along the Minjiang estuary. The estuarine wetland around Fuzhou is seriously dwindled during the expansion of the city. A study of the spatio-temporal characteristics of its river wetland change may provide an important guideline for dealing with the conflict between the protection and the exploitation during the future urban development. Wulongjiang (Nangang), the south branch of Minjiang river, is mildly disturbed during the urbanization of Fuzhou. With three nautical charts supported by GIS technologies and Fragstats 3.3, the landscape pattern change of the river wetland of Wulongjiang in the last century is quantitatively studied in this paper. The river wetland is classified as the riverbed, the tidal flat and the island (shoal). The shorelines and 0m isobaths are taken as the demarcation lines in the classification. On the whole, the total area in the study is in a slightly declining state. The extent of the landscape heterogeneity is decreased. And various kinds of changes could be observed. For the riverbed, the internal connection is weakened; for the tidal flat, the internal connection is strengthened; and for the islands and shoals, their areas are increased and the shapes are simplified. The river wetland landscape pattern change is closely related to the human activity such as the split and merge of islands and shoals.

Keywords urban river wetland; landscape pattern; Fuzhou; Wulognjjiang (Nangang)

0 引言

湿地是地球上水陆相互作用形成的独特生态系统, 是重

要的生存环境和自然界最富生物多样性的生态景观之一^[1]。有调蓄洪水、调节径流、调节区域气候、吸收降解污染物、维

收稿日期: 2011-12-01; 修回日期: 2012-04-23

作者简介: 李文实, 讲师, 研究方向为区域开发与国土整治, 电子邮箱: qznuliws@163.com

持生物多样性、美化环境和维护区域生态平衡等方面有着其他系统所不能替代的作用,是世界上最重要但受威胁最严重的环境资源^[2]。被誉为“地球之肾”、“生命的摇篮”、“文明的发源地”和“物种基因库”。基于 3S 技术的湿地景观动态研究成为湿地研究的前沿和热点之一;人类活动与湿地动态变化关系成为湿地研究的新热点^[3]。城市的发展与湿地密切相关,湿地为城市提供了发展空间和核心资源,是城市立地的最优条件。河流湿地是地表线性分布的最重要、最活跃的物质、能量、信息迁移通道,城市自出现以来,沿河流湿地发展城市是普遍规律,近代,城市沿河流推进到滨海湿地地区,城市的发展建设造成全球性的城市湿地普遍而严重的退化^[4]。

湿地景观空间格局是研究湿地景观功能和动态的基础。国内外已有较多利用遥感和地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 进行湿地景观格局演变的研究, 有以某一区域湿地景观格局演变特征为研究对象的^[5-6], 也有以某一湿地类型的景观格局演变为研究对象的^[7-8], 研究大多以遥

感数据为数据来源,以 GIS 及景观格局软件 Fragstats 为研究工具,选用不同的景观指数来分析研究对象数十年来湿地景观格局的演变,研究时间大多局限在最近二三十年。

本研究尝试以近、现代历史海图为数据源,以 GIS、Fragstats 软件及景观指数为研究工具,对湿润亚热带地区城市湿地近百年来景观格局的演变进行研究。

1 研究区概况

南港又名乌龙江,位于福建省会城市福州市域内,福州市仓山区与闽侯县之间,是闽江进入河口区后在侯官处开始分汊后绕南台岛南侧的分支(图 1)。其河道与闽江绕南台岛北侧分支相比较,河面较为宽浅,在枯水期分水较少,在洪水期成为闽江泄洪的重要通道。近年来,随着福州市城市建设的“东扩南进西拓”,南港正逐渐由原来福州市郊区的河流发展成为福州市的“内河”。本研究限于所搜集资料的制图范围,仅取南港的部分地区为研究区,具体地理位置如图 1 所示。

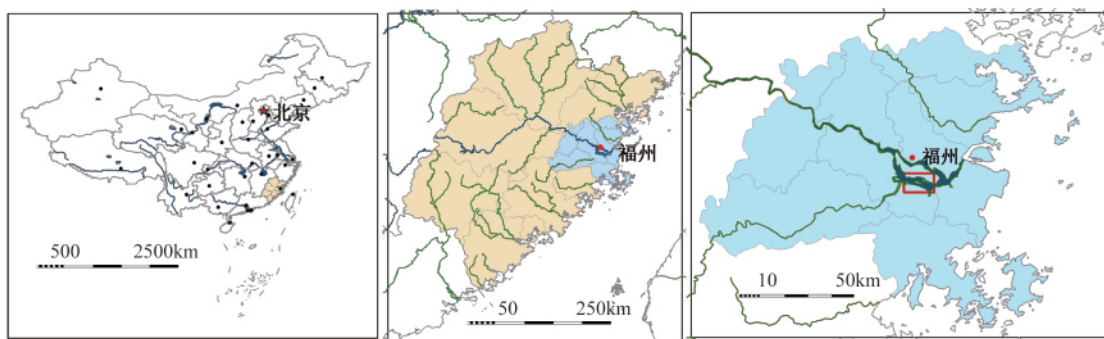


图 1 研究区位置示意图

Fig. 1 Location of study area

2 研究方法

2.1 数据来源及数字化

遥感数据,尤其是卫星遥感数据,因其宏观、综合、动态和快速的特点,使得大多数景观格局演变研究均以(卫星)遥感数据为数据源^[5-8]。但因进行遥感观测的时间比起传统的测绘而言要短,故要进行较长时间尺度的景观演变研究,还须借助于其他数据^[9]。陆域的各种地图、统计资料的积累相对较多,可为较长时间的景观格局演变研究提供数据来源,而水域的资料来源相对陆域来说则较为缺乏,使得水域的较长时间尺度的景观格局演变研究常因资料受限而难尽如人意。

本研究选取 3 幅不同时期的海图作为数据来源,其具体情况如表 1 所示。对这 3 期不同时期的数据在 ArcGIS10.0 进行配准、数字化。城市河流并非全部属于严格意义上的湿地^[9],但它们都是以湿地为生境的生物(如鸟类)赖以生存的重要生境组成部分,它们景观格局的演变会对湿地景观格局的演变产生影响,会对生物生境产生影响,进而影响湿地(区)作为生态系统的结构与功能,应将其划为湿地区。

本研究以河道中的陆地岸线、0m 等深线为边界,把研究区湿地划分为岛屿沙洲、潮坪和河床 3 种类型,3 个时期 3 种类型的变化如图 2 至图 4 所示,图 2 为 1937 年的 3 种类型

表 1 研究数据概况

Table 1 Charts used for research

海图编号	比例尺	出版机构	出版时间	水域测图时间	陆域数据来源
1630	1:20000	中国人民解放军海军司令部海道测量部	1950 年 10 月	采取 1937 年日版海图资料调制	未标注
10607	1:20000	中国人民解放军海军司令部航海保证部	1977 年 11 月	1973 年测量	未标注
13993	1:20000	中国人民解放军海军司令部航海保证部	1996 年 4 月	1973 年测量	采用 1989 年版地形图

分布图,图3、图4分别为1973年和1989年3种类型分布图,研究区总面积及各类型面积在3个时期的变化情况如表

2所示。用ArcGIS10.0把图2至图4所示研究区3种类型转化为栅格型数据输出作为景观格局变化分析的数据源。

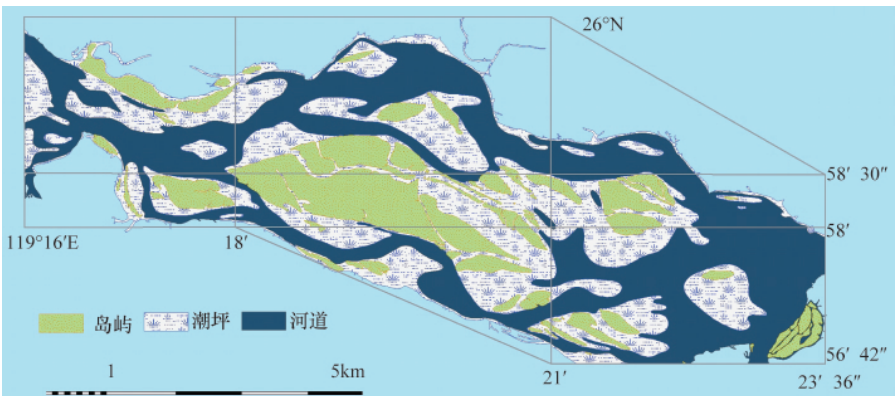


图2 研究区1937年示意图
Fig. 2 The study area in 1937

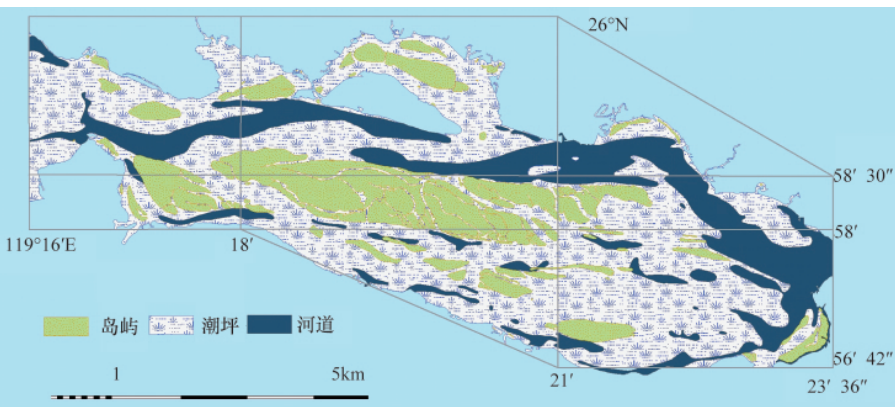


图3 研究区1973年示意图
Fig. 3 The study area in 1973

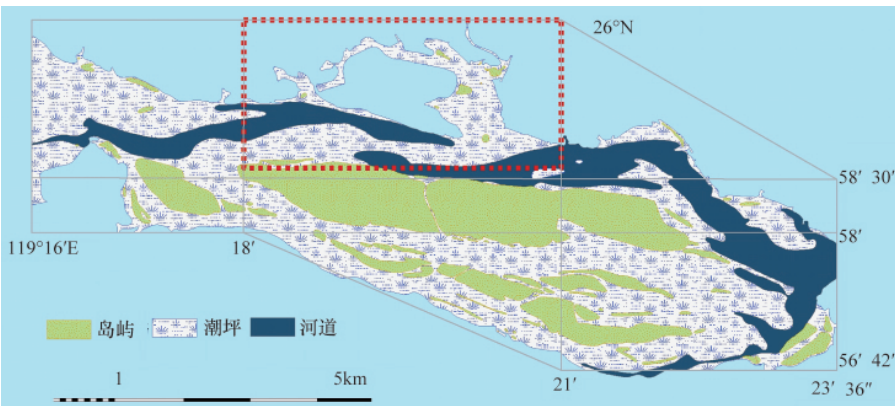


图4 研究区1989年示意图
Fig. 4 The study area in 1989

表2 不同时期面积变化
Table 2 Area change during the study

年代	研究区总面积/km ²	比率/%	河床面积/km ²	比率/%	岛屿面积/km ²	比率/%	滩涂面积/km ²	比率/%
1937	40.4035	100.00	17.7074	43.83	7.9824	19.76	14.7137	36.41
1973	40.3592	100.00	8.6852	21.52	7.9788	19.77	23.6942	58.71
1989	38.3077	100.00	7.1608	18.69	9.5688	24.98	21.6487	56.33

2.2 景观指数计算

以处理所得的栅格型数据为数据源,利用 Fragstats3.3 计算不同时期的景观指数。景观指数是指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^[11]。用于湿地景观格局变化研究的指数^[6,12]通常包括平均形状指数 (PSI)、斑块分维数 (FD)、景观优势度指数 (D)、景观均匀度指数 (E)、景观多样性指数 (H)、景观破碎度指数 (FN)、平均斑块面积 (MPS)、斑块密度 (PD)、凝聚度指数 (PCI) 和蔓延度 (CONT) 等。具体景观指数的计算方式及含义在所参考文献中已有详尽的介绍,本文选取 Shannon 多样性指数 SHDI、Shannon 均匀度指数 SHEI、聚集度指数 CONTAG、斑块数 NP、斑块类型面积 CA、平均斑块面积 MPS、平均形状指数 MSI、斑块分维数 FD、最大斑块指数 LPI 和破

碎化指数 FN 等指数来研究近百年尺度研究区湿地景观演变过程。

3 研究结果

研究区的各景观指数如表3和表4所示。

表 3 1937—1989 年研究区景观类型格局指数表 1

Table 3 Landscape metrics 1 from 1937 to 1989

年份	SHDI	SHEI	CONTAG
1937	1.0570	0.9621	38.5347
1973	0.9649	0.8783	42.7746
1989	0.9844	0.8960	45.2993

表 4 1937—1989 年研究区景观类型格局指数表 2

Table 4 Landscape metrics 2 from 1937 to 1989

年份	景观类型	NP	CA/hm ²	MPS/hm ²	MSI	FD	LPI	FN
1937	河床	4	1770.74	442.685	4.5900	0.9010	42.6029	5.5095
	滩涂	16	1471.37	91.9606	1.8882	0.8966	7.0476	157.1133
	沙洲	72	798.24	11.0867	1.8651	0.9152	13.9529	41.1926
	整体	92	4040.35	43.9168	1.8889	0.9092	42.6029	4.7137
1973	河床	24	868.52	36.1883	1.5619	0.9202	8.3005	126.9752
	滩涂	3	2369.42	789.8067	1.9525	0.8895	13.1244	50.4927
	沙洲	113	797.88	7.0609	1.6998	0.9433	53.4241	3.4933
	整体	140	4035.92	28.828	1.6626	0.9285	53.4241	3.1853
1989	河床	2	716.08	358.04	4.2876	0.6417	13.4738	47.8764
	滩涂	3	2164.87	721.6233	2.1957	0.8837	15.1362	5.1951
	沙洲	70	956.88	13.6697	1.5735	0.9308	43.1030	41.4707
	整体	75	3830.77	51.0716	1.7678	0.9143	43.1030	4.2107

4 讨论

根据上述景观指数变化,近百年来乌龙江景观格局发生了较大变化,这些变化包括如下几方面。

4.1 不同类型湿地面积的变化

从 3 个时期数据的变化可看出, 研究区的面积不断缩小, 如表 2 及图 5 所示, 这是由于人类活动强度的增加, 使得研究区近岸部分不断并岸所致。以图 4 虚线表示范围最具代表性, 其不同时期情况如图 6 至图 8 所示, 沿图 6 剖面线所作不同时期剖面图如图 9 所示。

在研究区缩小的同时,不同类型的变化更为明显,如表 2 及图 10 所示,在 1937 年,以河床为基质,而后两期则以滩涂为基质。

4.2 不同类型湿地区内部联系的变化

近百年前(图2), 黑龙江湿地景观以河床为基质, 河床面积占研究区面积 43.83%。河床分为南北 2 个分支, 每个分支内部又有分汊, 河床连成一体, 滩涂上另有 3 处面积不大深于 0m 的河床区通过滩涂与河床主体联系。此后, 河床面积占

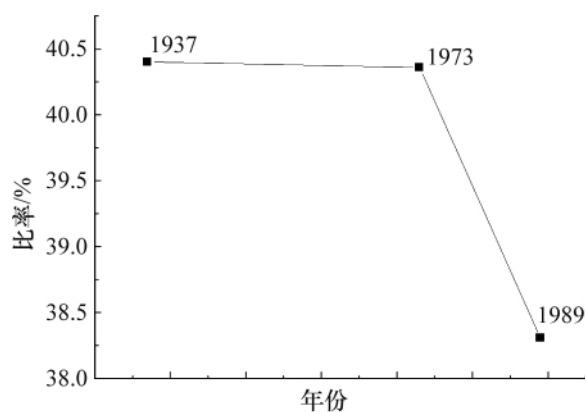


图 5 研究区面积变化图

Fig. 5 Area change of study area

研究区面积的比重持续下降,1973 年降为 21.52%,1989 年则仅为 18.69%。从形状而言,1973 年南支原来连为一体且有分汊的水道被诸多短小的零散水道所代替,北支亦由互相分离的两段水道代替原来连为一体的水道,分汊情况亦与此前大

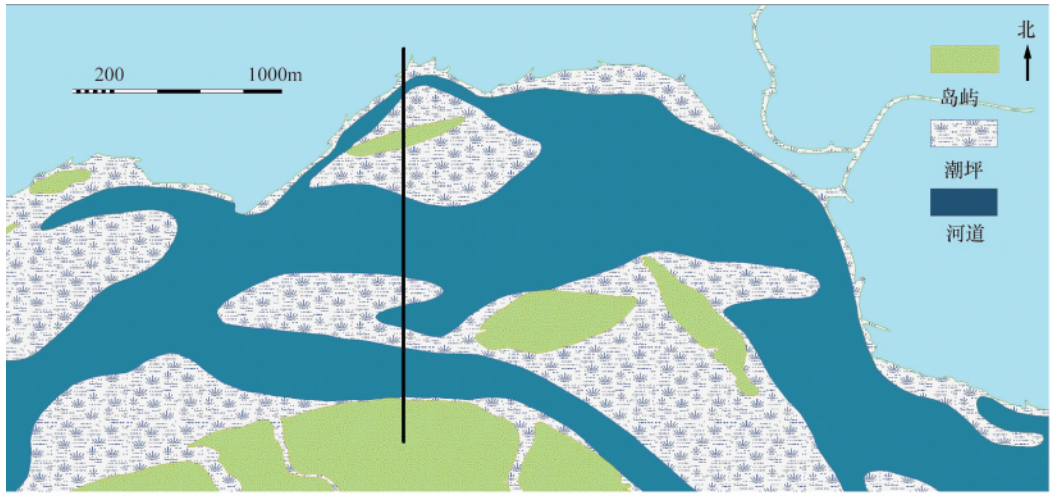


图 6 局部地区变化情况 (1937 年) 及剖面线位置示意图

Fig. 6 Parts of study area in 1937 and the location of the cross-section lines

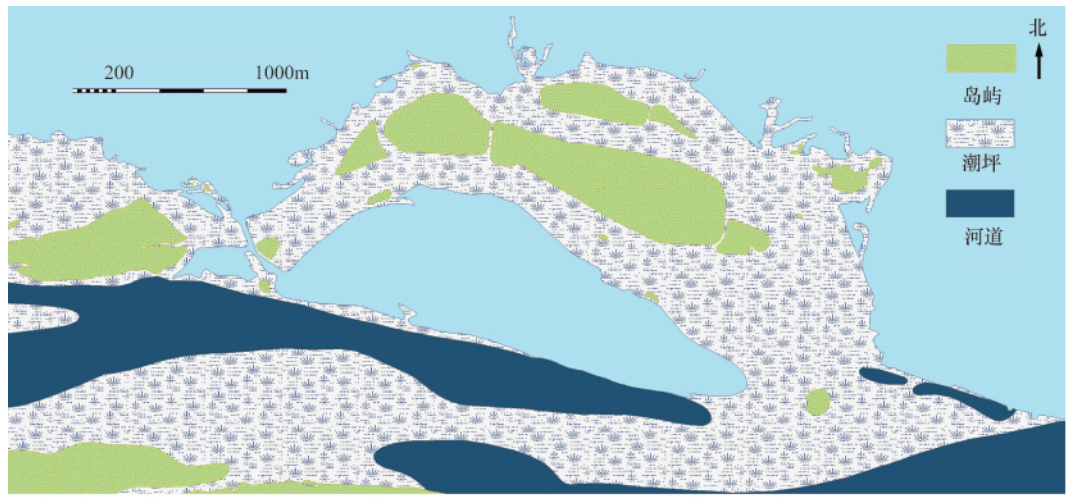


图 7 局部地区变化情况 (1973 年) 示意图

Fig. 7 Parts of study area in 1973

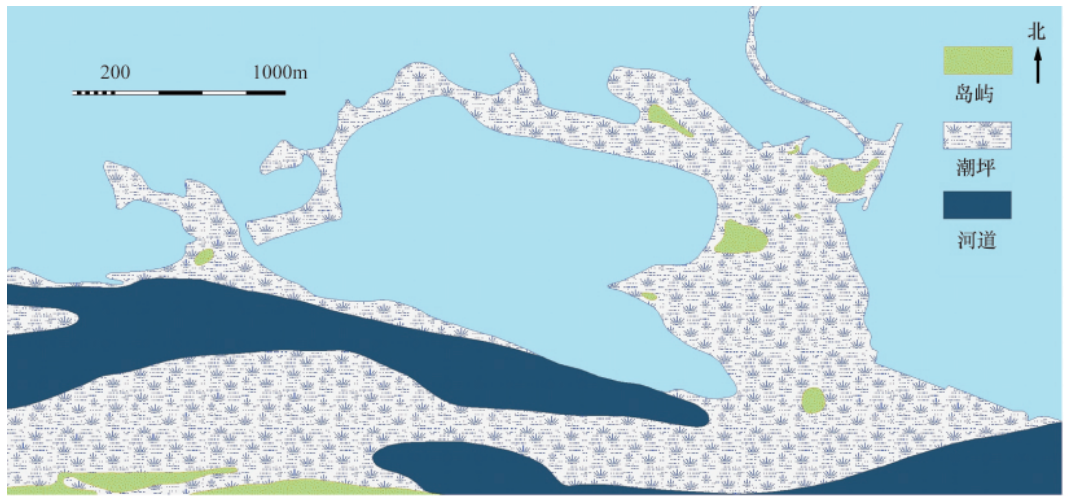


图 8 局部地区变化情况 (1989 年) 示意图

Fig. 8 Parts of study area in 1989

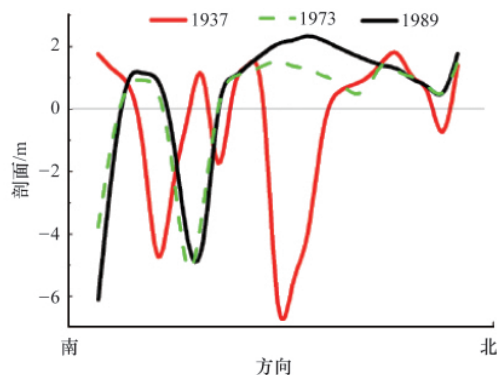


图 9 不同时期剖面变化示意图

Fig. 9 The cross-section line change

为不同。到 1989 年,南支短小零散水道基本消失。其斑块的破碎化指数 FN 及平均斑块面积 MPS 变化很好地体现了这一变化过程,从 1937 年的 5.5095 到 1973 年的 126.9752 再到 1989 年的 47.8764,说明河床的形状从较为完整的 4 个斑块到离散破碎的 24 个斑块再到形状破碎的 2 个斑块的变化过程。

滩涂的变化与河床的变化恰好相反,从1937年互相分离,面积仅占36.41%的16个斑块到1973年和1989年面积占58.71%和56.33%的3个斑块,从廊道转化为基质。破碎化指数从157.1133到50.4927,再到5.1951,说明了从离散破碎到内部有较多零散短小水道、岛屿沙洲,再到水道减少消失、沙洲移位合并、形状较为规整的变化过程。



图 10 不同时期不同类型比率的变化

Fig. 10 Rate change of wetland types

岛屿、沙洲从 1937 年到 1973 年面积略有减少,所占比重略微增加,到 1989 年则面积及比重均增加,这是由于岛屿并岸成为陆地而归于研究区之外,大的岛屿被冲刷分为数个小的岛屿(从 1937 年到 1973 年更多见),小的岛屿合并为大的岛屿(从 1973 年到 1989 年更多见)的结果。最大斑块指数 LPI 反映了这一变化过程,岛屿最大斑块指数从 13.9529 到 53.4241 再到 43.1030,研究区最大斑块指数从 42.6029 到 53.4241 再到 43.1030 的变化一方面说明了研究区岛屿的最大面积的不断增长,另一方面也体现了研究区内部岛屿、滩涂及河道斑块面积对比的变化。前 10%岛屿面积的变化(表 5)从另一个侧面说明这一变化过程。

岛屿、沙洲从类型而言是湿地区内部的非湿地(类型)区,

表 5 研究区前 10%岛屿面积变化情况

Table 5 Area change of front tenth of islands

时期	岛屿数	最大岛屿面积/km ²	最小岛屿面积/km ²	面积总和/km ²	平均面积/km ²	占全部岛屿面积比率/%
1937	7	2.3461	0.2303	4.8194	0.6885	60.38
1973	11	1.9232	0.1821	5.5052	0.5005	69
1989	7	3.3345	0.1957	8.0781	1.1540	84.49

其存在对于湿地正常发挥功能有着不可替代的作用,但其面积的增加及小岛变大,使得湿地地区内部河床、滩涂等湿地(类型)区的联系被阻隔,功能将受到影响。

4.3 景观异质性的变化

景观多样性指数 SHDI 及均匀性指数 SHEI 均下降后又略有增加,但增与减相差一个数量级,这意味着优势度的增加,表明景观的优势组分对景观整体的控制作用有所增强,这与蔓延度指数 CONTAG 的持续增加相互佐证。即景观异质性在下降,前期河床的控制作用不及后期滩涂的控制作用,且滩涂的控制作用在不断增强。

平均斑块形状指数 MSI 的变化也表明了景观异质性的下降, MSI 从景观水平及河床、滩涂类型水平均有升有降, 仅岛屿持续降低, MSI 的持续降低表明岛屿的形状日趋规则, 与其他类型湿地接触面日趋减少, 受其影响及对其影响在不断变小。

斑块的分维数 FD 及平均斑块大小 MPS 从斑块形状的复杂程度及斑块破碎程度反映了不同类型斑块间联系强弱的变化,指数的变化说明上述景观异质性下降的原因。

5 结论

以不同时期的海图为基本信息源,以地理信息系统为手段,在景观生态学理论指导下对城市河流湿地景观格局演变进行研究,可揭示其演变规律,服务于城市河流湿地资源的开发利用与保护。南港近百年来面积由于岛屿并岸而略有缩小,河床的内部联系变弱,滩涂的内部联系增强,岛屿沙洲面积不断扩大形状日趋规则。不同类型斑块间相互作用下降,表现为景观异质性下降。

参考文献 (References)

- [1] 白军红, 欧阳华, 杨志锋, 等. 湿地景观格局变化研究进展 [J]. 地理科

- 学进展, 2005, 24(4): 36-45.
- Bai Junhong, Ouyang Hua, Yang Zhifeng, *et al.* *Progress in Geography*, 2005, 24(4): 36-45.
- [2] Maltby E. Wetland management goals: Wise use and conservation [J]. *Landscape and Urban Planning*, 1991, 20(1-3): 9-18.
- [3] 杨永兴. 从魁北克 2000-世纪湿地大事件活动看 21 世纪国际湿地科学研究的热点与前沿[J]. *地理科学*, 2002, 22(2): 150-155.
- Yang Yongxing. *Scientia Geographica Sinica*, 2002, 22(2): 150-155.
- [4] 王海霞, 孙广友, 于少鹏, 等. 湿地对城市形成、演进及可持续发展制约机制的探讨[J]. *湿地科学*, 2005, 3(2): 104-109.
- Wang Haixia, Sun Guangyou, Yu Shaopeng, *et al.* *Wetland Science*, 2005, 3(2): 104-109.
- [5] 宫兆宁, 张翼然, 宫辉力, 等. 北京湿地景观格局演变特征与驱动机制分析[J]. *地理学报*, 2011, 66(1): 77-88.
- Gong Zhaoxing, Zhang Yiran, Gong Huili, *et al.* *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(1): 77-88.
- [6] 郑彩红, 曾从盛, 陈志强, 等. 闽江河口区湿地景观格局演变研究[J]. *湿地科学*, 2006, 4(1): 29-35.
- Zheng Caihong, Zeng Congsheng, Chen Zhiqiang, *et al.* *Wetland Science*, 2006, 4(1): 29-35.
- [7] 王树功, 黎夏, 刘凯, 等. 近 20 年来淇澳岛红树林湿地景观格局分析[J]. *地理与地理信息科学*, 2005, 21(2): 53-57.
- Wang Shugong, Li Xia, Liu Kai, *et al.* *Geography and Geo-Information Science*, 2005, 21(2): 53-57.
- [8] 李伟, 崔丽娟, 张曼胤, 等. 福建洛阳江口红树林湿地及其周边地区景观变化研究[J]. *湿地科学*, 2009, 7(1): 53-59.
- Li Wei, Cui Lijuan, Zhang Mayin, *et al.* *Wetland Science*, 2009, 7(1): 53-59.
- [9] Zhou W Q, Huang G L, Pickett S T A, *et al.* 90 years of forest cover change in an urbanizing watershed: Spatial and temporal dynamics [J]. *Landscape Ecology*, 2011, 26(5): 645-659.
- [10] 殷书柏, 吕宪国, 武海涛. 湿地定义研究中的若干理论问题 [J]. *湿地科学*, 2010, 8(2): 182-188.
- Yin Shubai, Lu Xianguo, Wu Haitao. *Wetland Science*, 2010, 8(2): 182-188.
- [11] 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, 2000.
- Wu Jianguo. *Landscape ecology: Pattern, process, scale and hierarchy* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [12] 郭程轩, 徐颂军. 基于 3S 与模型方法的湿地景观动态变化研究述评 [J]. *地理与地理信息科学*, 2007, 23(5): 86-90.
- Guo Chengxuan, Xu Songjun. *Geography and Geo-Information Science*, 2007, 23(5): 86-90.

(责任编辑 岳臣)

· 学术动态 ·



“2012 年全国电火花成形加工 技术研讨会”征稿通知

中国机械工程学会特种加工分会电火花成形加工技术委员会定于 2012 年 8 月 19—20 日在北京市召开“2012 年全国电火花成形加工技术研讨会”。

征文范围: 以航空航天、船舶、汽车和发电设备四大领域需求为主线, 研讨高效、精密、复合、多轴联动、绿色智能加工及个性化技术及市场需求, 包括: (1) 航空航天、船舶、汽车和发电设备四大领域对电火花成形加工技术自主创新的要求; (2) 电火花成形加工的新工艺、新技术和新装备; (3) 电火花成形加工技术及设备在航空航天、船舶、汽车和发电设备和精密模具等行业的推广应用; (4) 国内外电火花成形加工技术新动向、新进展; (5) 电火花成形机床应用领域及市场形势分析。

论文截稿日期: 2012 年 7 月 10 日

联系电话: 010-62022374, 51530530

电子邮箱: Fujinjuan@126.com

会议网站: http://www.china-ntm.com/news/news_detail.asp?id=2224