

近 20 年来珠江三角洲滨海湿地 景观的变化特征*

李 婧¹, 王爱军^{2*}, 李团结³

(1. 南京大学 海岸与海岛开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210093; 2. 国家海洋局 第三海洋研究所, 福建 厦门 361005; 3. 国家海洋局 南海分局海洋工程勘察中心, 广东 广州 510275)

摘 要:用 4 景 1986—2005 年的 Landsat TM 卫星遥感影像作为数据源, 结合野外调查, 研究 20 a 来珠江口滨海湿地的类型与景观变化情况。结果显示, 珠江口地区受人类活动影响剧烈; 湿地面积占据滨海地区面积不足一半, 而湿地中, 绝大部分又为人工湿地。从 1986 年起, 湿地类型变化显著, 人工建设用地的面积大大增加, 湿地面积在 2000 年前缓慢增加, 2000 年后出现下降趋势。湿地景观指数变化相对较小, 多样性、均匀度、分形维数略呈下降趋势, 优势度和内部生境破碎化指数略呈上升趋势, 廊道密度指数下降较显著。珠江口滨海湿地出现了一定程度的退化, 尤其是 2000 年后湿地退化有加快趋势, 对滨海湿地, 特别是天然湿地的保护和重建工作需要加强。

关键词:滨海湿地; 遥感; 景观; 珠江三角洲

中图分类号: P737

文献标识码: A

文章编号: 1671-6647(2011)02-0170-09

滨海湿地是介于陆地-海洋-大气之间相互作用的界面, 是全球生物生产量最高的生态系统之一, 为许多鸟类提供了栖息地, 并且拥有许多独特的盐生植被, 具有极高的资源开发价值和环境调节功能^[1]。滨海湿地作为海洋和陆地相接的地带, 各种动力作用极其剧烈和频繁, 是陆-海相互作用计划 (LOICZ) 研究的重要区域^[2]。

我国的海岸线绵长, 海岸带跨越温带、亚热带和热带, 沿海岸线分布着大面积的滨海湿地。最新遥感解译结果显示, 我国目前滨海湿地面积约为 17 609 km², 约占全国湿地总面积的 5%^[3]。对于滨海湿地及其相关的资源与环境效应, 已有很多学者进行了研究^[4-8]。而由于国民经济的发展, 海岸带地区是经济发展最迅猛的地区之一, 而滨海湿地也因为经济发展面临污染与破坏, 出现湿地退化的现象^[8-9]。

珠江三角洲作为我国改革开放的前沿, 30 a 多来该区域的社会发展发生了翻天覆地的变化, 尤其是近 20 a, 珠江三角洲区域经济高速发展, 以广州—深圳为核心的城市群快速崛起, 并带动了环珠江三角洲其它城市 (东莞、中山、珠海、江门) 的快速崛起, 成为了我国具有代表意义的城市群之一。统计结果显示, 2007 年珠江三角洲 6 个城市 (不含香港、澳门) 的人口和国民生产总值分别为 3 369.93 万人和 2.03 万亿人民币, 比 2000 年分别增长了 8.84% 和 203.85%, 城镇人口比重从 2000 年的 74.42% 上升到 2007 年的 79.92%^[10]。经济与人口的增长会对滨海湿地带来很大压力。近年来, 一些学者利用遥感手段分析了珠江三角洲地区红树林湿地的面积及景观类型的变化^[11-15], 但对整个珠江三角洲滨海湿地的景观变化的研究涉及相对较少。本研究的主要目的是以遥感影像为主要数据源, 较为精确的定量描述与刻画滨海湿地的变化与退化过程, 为珠江口滨海湿地的保护与重建提供依据。

* 收稿日期: 2010-03-29

资助项目: 我国近海海洋综合调查与评价专项——海岸带调查专项海洋地质调查子项目滨海湿地退化研究 (908-01-ZH2) 和我国主要河口动力沉积过程及其对沿岸经济发展的影响 (908-02-04-06)

作者简介: 李 婧 (1981-), 女, 博士研究生, 主要从事海岸带环境遥感方面研究。E-mail: jessylee1981@gmail.com

* 通讯作者, E-mail: ajwang@163.com

(张 骞 编辑)

1 材料与方法

1.1 研究区概况

珠江是我国的第 3 大河流,全长约 2 214 km,流域面积为 $4.52 \times 10^6 \text{ km}^2$,流域大部分为亚热带季风地区,温湿多雨,径流量很大;统计结果表明,珠江水系多年平均入海水量为 $3.124 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中西江为 $2.380 \times 10^8 \text{ m}^3$,北江为 $3.95 \times 10^8 \text{ m}^3$,东江为 $2.29 \times 10^8 \text{ m}^3$,其他小河共 $1.20 \times 10^8 \text{ m}^3$;多年平均含沙量为 0.283 kg/m^3 ,多年平均输沙量为 $0.834 \times 10^8 \text{ t}$,其中西江来沙占总沙量的 87%^[16]。

珠江口为热带季风气候,年平均温度为 $22 \text{ }^\circ\text{C}$,年均降雨量为 $1\,600 \sim 2\,000 \text{ mm}$ 。该区域夏季盛行西南风,冬季盛行东北风,6—10 月是台风多发季节。珠江口的特点是“五江汇流,八口入海”,主要的 3 条干流西江、东江、北江,加上流溪河与潭江,形成八大口门入海,自东北向西南分别为虎门、蕉门、洪奇沥、横门、磨刀门、鸡啼门、虎跳门和崖门(图 1)。珠江口区域的潮汐为不规则半日潮,平均潮差 $1 \sim 2 \text{ m}$,属于弱潮河口^[17]。

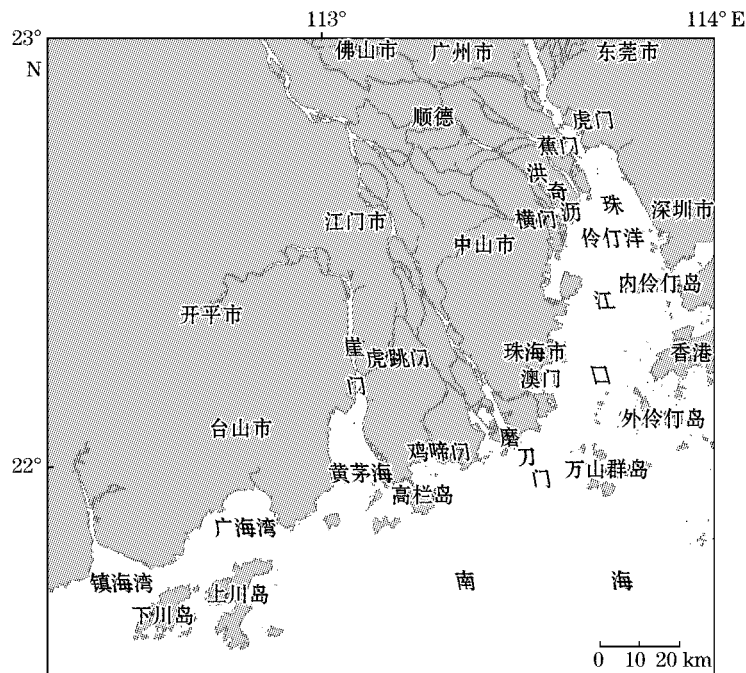


图 1 珠江口示意图

Fig. 1 A sketch map of the Pearl River Estuary

1.2 研究方法

本研究选取 4 景 Landsat TM 卫星影像数据作为数据源,拍摄日期分别为 1986-07-30、1995-12-30、2000-11-01 和 2005-10-22,珠江口区域跨越了一景图像的范围,每个时相使用了 2 景相邻的图像拼接,图幅号为 122-44 和 122-45。Landsat TM 卫星有 3 个可见光波段,3 个近红外与中红外波段,1 个热红外波段,热红外波段空间分辨率为 120 m ,其他波段分辨率 30 m ,是较高空间分辨率的卫星影像,以 16 d 为回归周期。

首先进行的是野外调查,期间用差分 GPS 记录下地面标志性地物的经纬度坐标,作为地面参考点。借助遥感影像处理软件 ENVI 4.4,利用 30 个地面参考点,分别对两景图像进行精几何校正,中误差(RMS)控制在小于 0.1 个像元,几何校正选用的是 WGS84 椭球体下的高斯-克吕格 6 度带投影。2 景图像完成校正

后,进行镶嵌拼接,组成 1 幅珠江口区域的遥感影像,并切割出海岸范围进行下一步的分类工作。

滨海湿地分为自然湿地和人工湿地,由于珠江口地区人口稠密,经济发达,开发较早,人工湿地的范围和类型要大于自然湿地。由于进行的是历史数据的调查,目前的野外调查不能完全的概括过去的情况,因此分类方法采用基于光谱特征的 ISODATA 非监督分类,首先将地物按光谱特征分成 15 个类,再根据野外调查和目视判读,归并为 6 个大类,分别为农田、养殖塘、红树林、粉沙淤泥质滩涂、水域、人工建设用地。前 2 种类型为人工滨海湿地,其后 3 类为天然滨海湿地,以上 5 类为现有湿地类型,而考虑到湿地退化的过程,现有的人工建设用地也可能是过去的湿地,因此也将人工建设用地列入该研究的范畴。国际湿地公约规定的滨海湿地范围为水深 6 m 以上,但本项研究中的滨海湿地的范围限定在 0 m 等深线以上,具体做法是根据海图描绘出 0 m 等深线的特征点,连接成曲线后,在 GIS 软件中通过叠合分析,将 0 m 等深线以外的滨海湿地区域去除。对所有时相的影像都完成这样的处理,可以获得 0 m 等深线以上的滨海湿地区域范围,再进行下一步的分类处理工作。湿地景观类型可以精简为 6 个类型,即水田、养殖池塘、红树林、粉沙淤泥质滩涂、河口水域、人工建设用地。向陆地方向滨海湿地范围以最新修测岸线为基准,向陆延伸 5 km。

完成分类归并后,导出成矢量格式,在 GIS 软件 MAPINFO 中叠合成图,计算不同时期湿地的面积与变化,并进行基本的景观指数的统计。景观指数采用《海洋灾害调查技术规程》中所提方法进行计算^[18],基本的景观指数包括景观多样性指数(H)、景观优势度指数(D_o)、景观均匀度指数(E)、斑块密度指数(f)、景观斑块破碎化指数(FN)、景观内部生境面积破碎化指数(FI_1 和 FI_2)等。具体计算公式见表 1。具体研究过程见图 2。

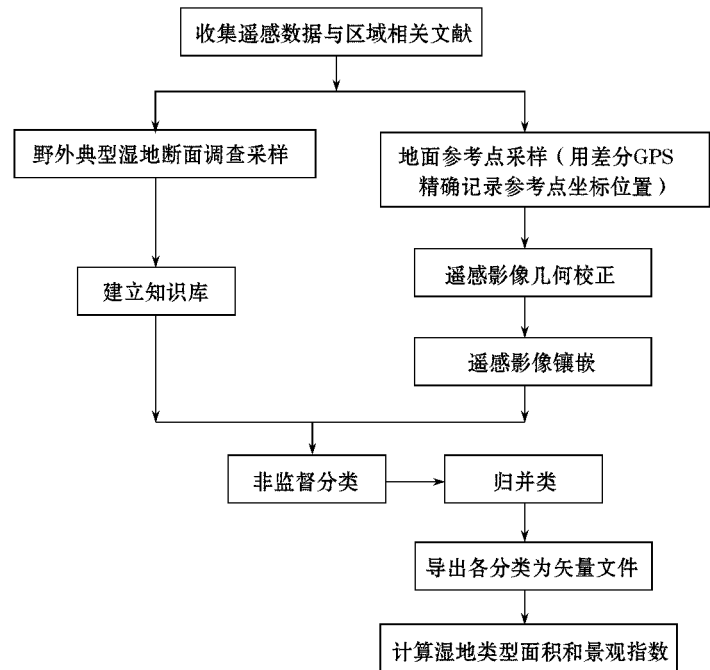


图 2 研究过程流程图

Fig. 2 A flow chart of the research process

表 1 滨海湿地景观指数计算公式

Table 1 The formula for the calculations of the indices of the coastal wetland landscape

景观指数	计算公式	备注说明
H	$H = -\sum_{k=1}^m (P_k) \log_2 (P_k)$	P_k : k 种景观类型站总面积的比; m : 研究区中景观类型的总数
D_o	$D_o = H_{max} - H = H_{max} + \sum_{k=1}^m (P_k) \log_2 (P_k)$	H_{max} : 研究区内各类景观所占比例相等时的多样性
E	$E = (H/H_{max}) \times 100\%$	H : 景观多样性指数; H_{max} : 同上
f	$f(x) = m/A$ $f_i(x) = m_i/A_i$	$f(x)$: 景观斑块总密度; m : 景观斑块总数; A : 景观总面积; $f_i(x)$: i 类景观斑块密度; m_i : i 类景观斑块总数; A_i : i 类景观总面积
FN	$FN = (N_p - 1)/N_c$	FN : 景观整体的斑块数破碎化指数; N_c : 景观数据矩阵的方格网中格子总数; N_p : 景观里各类斑块的总数
FI_1	$FI_1 = 1 - A_i/A$	FI_1 和 FI_2 是 2 个景观类型内部生境面积破碎化指数; A_i : 某一景观类型内部总面积; A_1 : 该景观类型最大斑块面积; A : 景观总面积
FI_2	$FI_2 = 1 - A_1/A$	

2 结果与讨论

2.1 珠江三角洲滨海湿地景观类型整体情况

图 3 显示了 1986 年至 2005 年珠江口区域滨海湿地景观类型分布情况。珠江口地区的湿地绝大部分为人工湿地,养殖塘和农田占湿地大部分面积,红树林湿地占地面积较小,主要分布在崖门、淇澳岛、深圳湾两岸(包括深圳福田保护区与香港米埔)。崖门、鸡啼门、横门与蕉门附近是滨海湿地比较集中的区域,而伶仃洋东岸只有深圳湾沿岸的滨海湿地较为典型,其他区域由于国民经济建设的需要,已经转化为建筑与居住用地。

2.2 湿地类型变化

表 2 显示了 1986 年至 2005 年各类型湿地景观面积变化情况,图 4 显示了各个年份不同类型湿地景观所占的比例,图 5 为湿地面积变化柱状图。由以上图表可以发现,总的来看,在过去的 20 a 时间内,海岸带面积在 2000 年较快增加,2000 年后略减,湿地总面积在 2000 年以前增加,2000 年后则较快减少。海岸带面积增长,是由于对滩涂地区的围垦造地及滨海区域的基岩山地改造,因此海岸带可开发的面积在增加,滨海湿地的面积也随着可以利用土地的增长而增加。2000 年由于经济发展迅速,滨海地区的土地利用状况发生了变化,导致了滨海湿地的较快减少。

从不同类型分布比例饼图中可以发现,珠江口地区的人工建设用地在整个海岸带中占据了较大的比例,接近一半,而各类型湿地总和也是接近一半,这是一个人类活动干扰极度频繁剧烈的地区。而各类型湿地中,水田与养殖池塘又占据了绝大部分的比例,而天然湿地的面积极小,珠江口地区的湿地的活动与功能主要是由人工湿地来承载的。从遥感解译结果可以看出,在 20 世纪 80 年代至 90 年代中期,珠江三角洲地区水田占较大比例,说明这个时期的人类活动还是以传统的农业种植业为主;90 年代中期以后,水产养殖业开始发展,养殖池塘的面积大幅增长,而水田的面积开始萎缩;2000 年以来,港口、工业和人类的居住度假等活动兴起,人工建设用地大幅增加,而水田与养殖池塘的面积都较大的减少。

与此相较,天然湿地的变化并不那么显著,在较低水平上波动。淤泥质潮滩的变化与海岸带变化接近,呈现增加后又减少的抛物曲线,是海岸带围垦淤泥质潮滩造成的;红树林湿地则持续减少。红树林湿地作为非常宝贵的华南地区典型的天然湿地类型,在珠江口区域的分布面积很小,宽度也较窄,2005 年还不足 10 km²,对红树林湿地的保护还需要大力加强。目前在珠海淇澳岛、深圳福田和香港的米埔都成立了红树林保护区,通过保护与人工种植相结合的方式,恢复与重建红树林湿地。如近年来,广州市南沙区万顷沙镇十八涌地区通过人工种植方式恢复重建了红树林湿地,目前已经颇具规模,面积为 200 多 hm²,并开发了红树林湿地公园,于 2006 年开放,与 2000 年开放的香港湿地公园一样,既是湿地重建重要的科学试验基地,也是湿地保护宣传与科普教育的窗口^[19]。

表 2 1986—2005 年珠江三角洲滨海湿地景观面积变化(km²)

Table 2 Changes in the coastal wetland areas in the Pearl River Delta from 1986 to 2005(km²)

湿地景观类型	1986	1995	2000	2005
河口水域	92.56	91.59	62.00	84.94
红树林	17.58	16.95	13.83	9.19
水田	538.84	666.66	638.36	444.00
养殖池塘	263.64	131.06	541.02	260.92
淤泥质潮滩	45.59	103.64	47.07	29.14
湿地总面积	958.21	1 009.90	1 302.28	828.19
建设用地	452.41	727.12	726.11	1 130.59
海岸带总面积	1 410.62	1 737.02	2 028.39	1 958.78

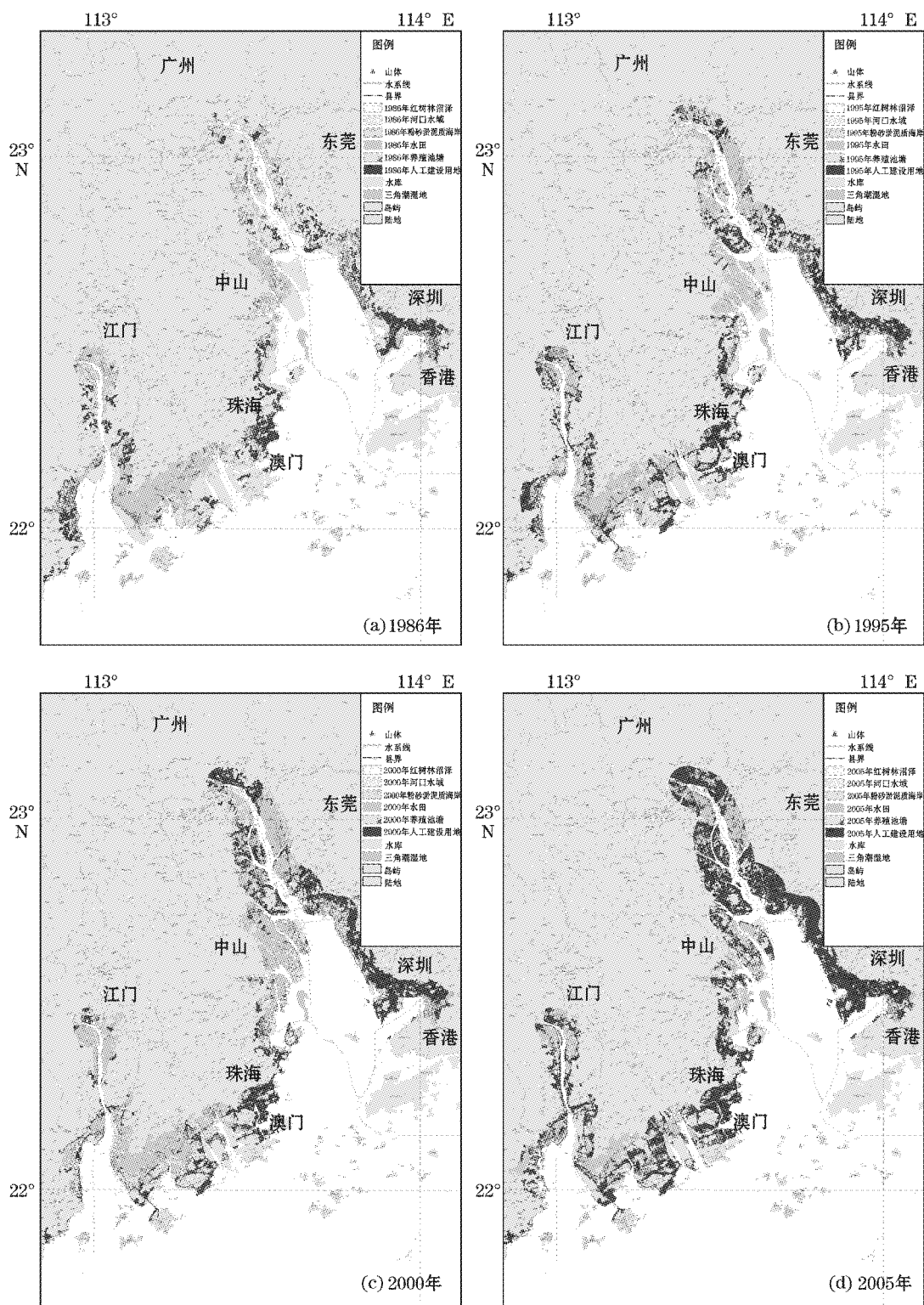


图3 1986—2005年珠江口滨海湿地景观类型分布图

Fig. 3 Distributions of the coastal wetland landscape types in the Pearl River Estuary from 1986 to 2005

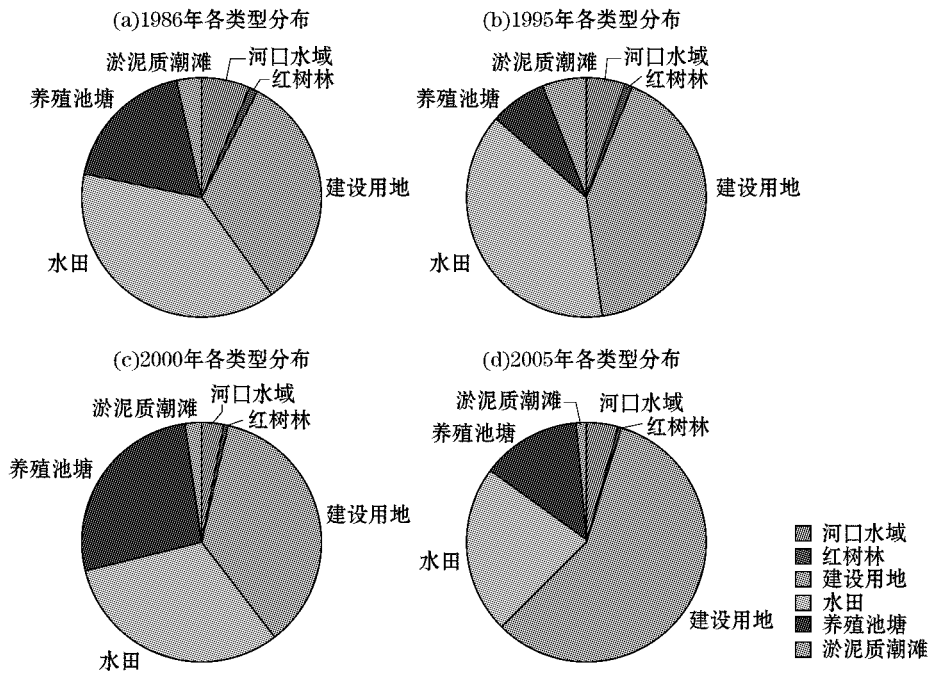


图 4 不同类型湿地景观所占比例

Fig. 4 Proportions of different types of the coastal wetland landscapes

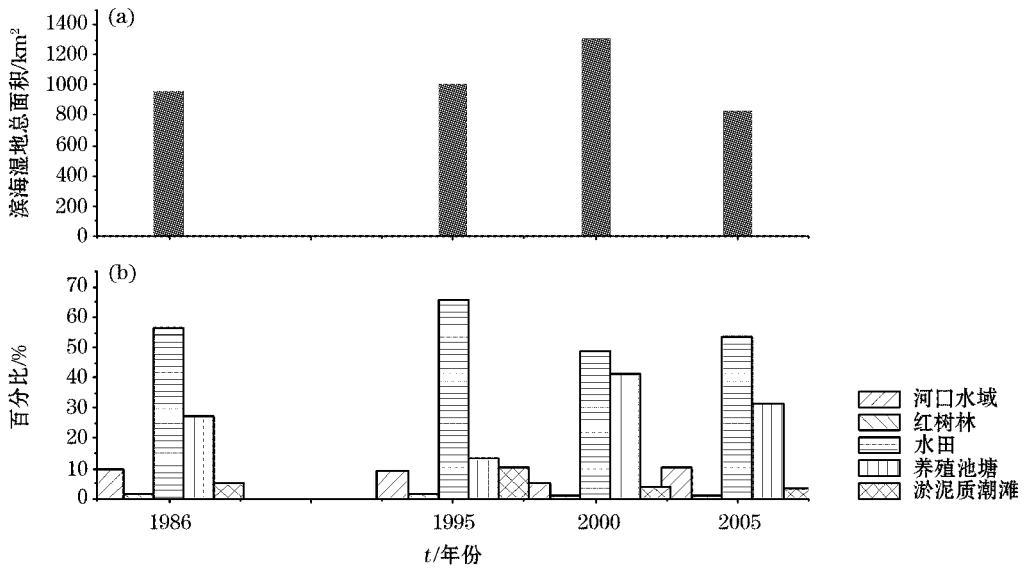


图 5 1986—2005 年各湿地类型面积变化柱状图

Fig. 5 A histogram showing the changes in the area of different types of the coastal wetlands from 1986 to 2005

2.3 湿地景观指数变化

表 3 显示了 1986 年至 2005 年湿地景观指数的历史变化过程。由表 3 可以看出,廊道密度指数 2000 年以前有较明显的下降,2000 年后略微回升,多样性指数、分形维数和均匀度指数都显示了逐渐下降的趋势,而优势度指数与生境破坏化指数曲线都呈现缓慢上升。各个景观类型的斑块密度指数中,大部分指数都在 1995 年出现高值,2000 年时略有下降,到 2005 年又出现了上升,只有养殖池塘的斑块密度指数在 2005 年呈现极高值,而人工建设用地的斑块密度指数在 2000—2005 年是呈下降趋势的(图 6)。这些景观指数的变化说明,珠三角地区滨海湿地出现一定程度的退化,并且 1995 年前后是开发利用的一个高峰,斑块密度大大上升,显示了剧烈的人类活动干扰的痕迹。2000 年以后,又是另一个开发高峰,体现在水产养殖和人工建设用地的变化上,水产养殖出现了剧烈的增长,斑块出现严重的破碎化。人工建设用地则斑块密度减小,而绝对面积增大,说明城市化进程大大加快,已经形成了连片的城市群,并且城镇建设已经延伸到滨海湿地的范围内。

表 3 1986—2005 年湿地景观指数变化

Table 3 Changes in the indices of the coastal wetland landscapes from 1986 to 2005

年份	多样性指数	优势度指数	均匀度指数	斑块分形维数	廊道密度指数	景观内部生境面积破碎化指数	斑块密度指数
1986	2.005	0.579	0.776	2.537	3.039	0.860	23.513
1995	1.869	0.716	0.723	2.520	2.468	0.844	50.835
2000	1.893	0.692	0.732	2.420	2.113	0.911	31.066
2005	1.653	0.932	0.640	2.479	2.189	0.930	40.265

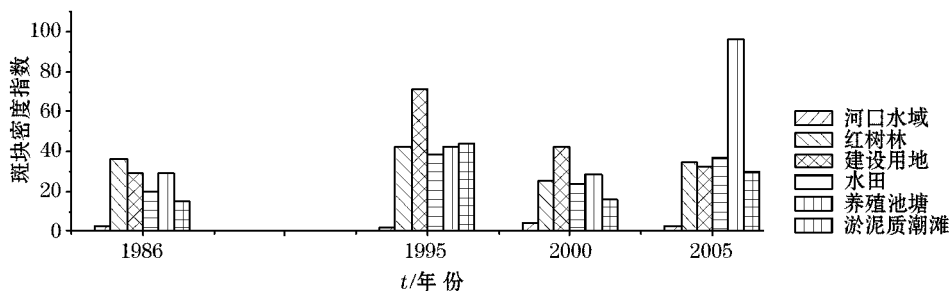


图 6 1986—2005 年珠江三角洲滨海湿地景观斑块密度指数变化

Fig. 6 A histogram showing the changes in the patch index of the coastal wetland landscapes from 1986 to 2005

总体来看,珠江口滨海市地 20 a 以来的景观指数变化并不非常显著,存在一定的上升与下降走势,与该地区的经济发展是一致的,但景观指数的变化不如湿地类型的变化剧烈,表明对滨海湿地的开发利用是处于一种类型更迭的状态,将原有的湿地类型转换功能。2000 年以后由于围海造地,人工建设用地的面积增加,而养殖池塘受这一过程的影响,斑块的破碎化程度大大增加。前人研究表明,这一时间范围内,由于人类经济活动的发展,该地区湿地不同类型的转换是非常频繁和剧烈的^[13],这与本研究的结果相符,但滨海湿地景观指数的变化相对而言不是那么剧烈。

3 结 论

采用 1986 年至 2005 年的 4 幅不同时相的中分辨率 Landsat TM 卫星遥感数据作为主要数据源,分析珠江口滨海湿地在 20 a 间的类型与景观变化情况。通过进行数据预处理、校正镶嵌和非监督分类,结合野外考察的结果,将类归并为 6 个大类。将这些分类数据导出为矢量数据,在 GIS 软件中计算各类型的面积,同时计算景观指数。

结果表明,珠江口地区滨海湿地是受人类活动干扰十分严重的湿地,所有湿地面积总和与人工建设用地的面积相当。而所有湿地面积中,天然湿地又只占据极小的比例,大部分为人工湿地。1986—2005 年期间,在 2000 年以前,湿地面积依然呈现小幅增长,而 2000 年后湿地面积开始下降,人工湿地如水田和养殖池塘也有这一变化规律,而天然红树林湿地面积占有所有湿地面积的比例极小,面积一直呈下降趋势,保护红树林的任务刻不容缓。滨海地区的人工建设用地的面积在逐年增长,由 1/3 左右增长至超过一半的比例,并逐渐连接成片,斑块破碎化减小,特别是在珠江口东岸基本已经形成了大面积连片区域,滨海湿地集中在少数河口地区。与湿地类型的变化相比,景观指数的变化不很显著,多样性、均匀度、分型维数略呈下降趋势,优势度和内部生境破碎化指数略呈上升趋势,廊道密度指数下降较显著。各类型的斑块密度指数都呈现上升与下降交替波动的趋势,1995 年和 2005 年是高值年份。总之,珠江口的滨海湿地出现了一定程度的退化,特别是 2000 年以后,滨海湿地退化有加重的趋势,而自然湿地更是需要加大保护与重建的力度。

致谢:国家海洋局南海工程勘察中心的周巨锁、卢映玲在湿地类型与景观分布图制作成图方面给予了极大帮助,谨致谢忱。

参考文献(References):

- [1] DOODY J P. The conservation of British saltmarshes [M]//ALLEN J R L, PYE K. Saltmarshes: Morphodynamics, conservation and engineering significance. Cambridge: Cambridge University Press,1992:80-114.
- [2] CROSSLAND C J, KREMER H H, LINDEBOOM H J, et al. Coastal Fluxes in the Anthropocene [M]. Berlin: Springer-Verlag, 2005: 231.
- [3] NIU Z G, GONG P, CHENG X, et al. Geographical characteristics of China's wetlands derived from remotely sensed data [J]. Science in China: Series D Earth Sciences, 2009, 39(2):188-203. 牛振国,宫鹏,程晓,等. 中国湿地初步遥感制图及相关地理特征分析[J]. 中国科学:D辑 地球科学,2009,39(2):188-203.
- [4] WANG Y, ZHU D K. Characteristics and exploitation of coastal wetland of China [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2006, 15(5): 553-559.
- [5] CUI W Z. Study on protection of mudflat wetland in the Pearl River Estuary [J]. Wetland Science, 2004, 2(1): 26-30. 崔伟中. 珠江河口滩涂湿地的问题及其保护研究[J]. 湿地科学, 2004, 2(1): 26-30.
- [6] WANG S G, LI X, ZHOU Y Z, et al. The change of mangrove wetland ecosystem and controlling countermeasure in the Qi'ao Island [J]. Wetland Science, 2005, 3(1): 13-20. 王树功,黎夏,周永章,等. 珠江口淇澳岛红树林湿地变化及调控对策研究[J]. 湿地科学, 2005, 3(1): 13-20.
- [7] LU H F, KANG, W L, CAMPBELL D E, et al. Emergency and economic evaluations of four fruit production systems on reclaimed wetlands surrounding the Pearl River Estuary, China [J]. Ecological Engineering, 2009, 35: 1743-1757.
- [8] GU D Q, ZHAO X T, XIA D X. A systemic analysis of the environmental pressure factors to degradation of coastal wetlands in China [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2003, 25(1): 78-85. 谷东起,赵晓涛,夏东兴. 中国海岸湿地退化压力因素的综合分析[J]. 海洋学报, 2003, 25(1): 78-85.
- [9] DENG P Y, CHEN G Z, SUN H Y. Degradation of the coastal wetlands in Guangdong Province and countermeasures [J]. Tropical Geography, 2004, 24(2): 159-162. 邓培雁,陈桂珠,孙海燕. 广东海岸湿地退化现状及保护对策[J]. 热带地理, 2004, 24(2): 159-162.
- [10] Statistic Bureau of Guangdong Province. Guangdong Statistical Yearbook [M]. Beijing: China Statistical Press, 2008: 672. 广东省统计局. 广东统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2008:672.
- [11] LI X, YE H A G O. Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS [J]. Landscape and Urban Planning, 2004, 69: 335-354.
- [12] CHEN S S, CHEN L F, LIU Q H, et al. Remote sensing and GIS-based integrated nalysis of coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay, Pearl River Estuary, South China [J]. Ocean & Coastal Management, 2005, 48: 65-83.
- [13] LI X, LIU K, WANG S G. Mangrove wetland changes in the Pearl River Estuary using remote sensing [J]. Acta Geographica Sinica, 2006, 61(1): 26-34. 黎夏,刘凯,王树功. 珠江口红树林湿地演变的遥感分析[J]. 地理学报, 2006, 61(1): 26-34.
- [14] WANG S G, LI X, LIU K, et al. Dynamic analysis of the wetland resource changes in the estuary of the Pearl River Delta using remote

- sensing [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2007, 46(2): 105-109. 王树功, 黎夏, 刘凯, 等. 环内伶仃洋河口湾湿地动态变化(1988-2004)[J]. *中山大学学报:自然科学版*, 2007, 46(2): 105-109.
- [15] XIA Z, JIA P H, LEI Y, et al. Dynamics of coastal land use pattern of inner Lingdingyang Bay in the Zhujiang River Estuary [J]. *Chinese Geographical Science*, 2007, 7(3): 222-228.
- [16] Editorial Committee of Chinese Bay. *Chinese Bay* (No. 14) [M]. Beijing: Ocean Press, 1998: 239-365. 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志(第14分册)[M]. 北京:海洋出版社, 1998: 239-365.
- [17] LI C C. Estuarine processes and evolutions in Southern China [M]. Beijing: Science Press, 2004. 李春初. 中国南方河口过程与演变规律[M]. 北京:科学出版社, 2004.
- [18] 908 Project Office of State Oceanic Administration. Technical manual of coastal disaster investigation [M]. Beijing: Ocean Press, 2006: 229-231. 国家海洋局 908 专项办公室. 海洋灾害调查技术规程[M]. 北京:海洋出版社, 2006: 229-231.
- [19] XU W A, HU Y H, ZENG Q W, et al. Current status and conservation strategy of the wetlands in Nansha District, Guangzhou [J]. *Wetland Science and Management*, 2009, 5(3): 41-43. 许文安, 胡喻华, 曾绮微, 等. 广州南沙区湿地现状和保护策略[J]. *湿地科学与管理*, 2009, 5(3): 41-43.

Variations of Coastal Wetland Landscapes in the Pearl River Delta in the Last 20 Years

LI Jing¹, WANG Ai-jun², LI Tuan-jie³

(1. MOE Key Laboratory of Coastal and Island Development, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Third Institute of Oceanography, SOA, Xiamen 361005, China;

3. South China Sea Engineering Prospecting Center, SOA, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Wetland types and landscape variations in the Pearl River Delta (PRD) during the last 20 years (from 1986 to 2005) were studied based on 4 Landsat TM satellite remote sensing images. The results show that the Pearl River estuary has been influenced intensively by the human activities, and the wetland area can only make up less than half of the whole coastal area. Even within the wetlands, the most are the artificial wetlands. Since 1986, the types of wetlands have changed distinctly. The land area used for the human constructions increases greatly, whereas the wetland area increased slowly before 2000 and decreased after 2000. The change in the wetland landscape index is relatively small and the diversity index, the evenness index and the fractal dimension index tend to decrease slightly. The richness index and the habitat fragmentation index also increase slightly. However, the gallery density index decreases notably. A degradation of the coastal wetlands occurs, to some extent, in the Pearl River estuary. Particularly after 2000, the degradation of the coastal wetlands tended to intensify. Therefore, the protection and restoration to the coastal wetlands, especially to the natural wetlands, should be enhanced.

Key words: coastal wetlands; remote sensing; landscape; Pearl River Delta

Received: March 29, 2010