

# 江苏盐城湿地遥感动态监测及景观变化分析

赵玉灵<sup>1</sup>, 郁万鑫<sup>2</sup>, 聂洪峰<sup>1</sup>

(1. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083; 2. 中国地质大学(北京), 北京 100083)

**摘要:** 利用 CBERS、ETM、TM 及 MSS 遥感数据, 结合非遥感资料, 提取了江苏盐城湿地资源信息, 并采用景观类型转移矩阵、动态变化率、景观破碎化分析等方法 and 马尔可夫预测模型对江苏盐城湿地景观进行了分析。调查表明, 近 30 a 研究区域总湿地面积变化不大, 但天然湿地在减少, 人工湿地在逐年增加, 湿地人工化程度不断加重; 整个研究区域生态环境遭到破坏, 目前仍有待改善; 造成研究区域景观格局变化的主要因素是人为因素。

**关键词:** 湿地; 江苏盐城; 信息提取; 遥感监测

**中图分类号:** TP 79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2010)增刊-0185-06

## 0 引言

湿地与森林、海洋并称全球 3 大生态系统, 是生物多样性最丰富和生产力最高的生态系统之一。作为具有独特生态结构和功能的生态系统, 湿地在提供人类必需的动植物资源、维持生态平衡和水平衡、调节气候、降解污染、提供珍稀动植物栖息地和保护生物多样性等方面起着不可替代的作用。

本文选取有“金滩银荡”、“鱼米之乡”之称的江苏盐城作为研究区, 利用 RS、GIS 和 GPS 相结合技术, 查明了该区近 30 a 的湿地变化趋势, 分析了其景观变化因素, 为该地区的湿地资源利用与保护提供了数据支持。

## 1 研究区概况

江苏盐城地区介于 119°27' ~ 121°47'E、32°32' ~ 34°39'N 之间。湿地地势平坦, 河道港汊纵横交错, 水网密布, 大致以废黄河为界, 分为淮河水系和沂沭泗水系。前者流域面积 13 700 多 km<sup>2</sup>, 约占全市总面积的 91.4%。主要河流有苏北灌溉总渠、射阳河、黄沙港、新洋港、通榆运河、串场河及灌河等。沿海滩涂面积占江苏省滩涂总面积的 75%, 全国的 1/7, 被列入世界重点湿地保护区。西部大纵湖、九龙口、马家荡等湖泊水域面积近百 km<sup>2</sup>, 物产丰饶, 风景如画, 民俗文化渊远流长。

## 2 数据选择与处理

### 2.1 遥感数据源

本次调查选取 ETM、TM 和 MSS 数据, 以及

CBERS-02 星的 CCD 数据(表 1)。MSS 选择 B7、B5、B4 作 RGB 合成; TM 和 ETM 数据选择 B7、B4、B1 作 RGB 合成; CBERS 数据选择 B4、B3、B2 进行 RGB 彩色合成。

表 1 遥感数据类型、轨道号和接收日期

数据类型	轨道号	接收时间
MSS	128-37	1977-08-21
MSS	129-36	1978-09-16
MSS	129-37	1976-10-05
TM	119-37	1988-04-09
TM	120-36	1988-11-26
TM	120-37	1989-11-15
ETM	119-37	2000-05-04
ETM	120-36; 120-37	2002-11-09
CBERS	367-63; 368-61; 368-62; 368-63; 369-61; 369-62	2006-05-19

### 2.2 地形图资料预处理

本次调查所采用的非遥感数据包括该区地形图及相关的自然与经济年鉴资料等。为了保证影像图的制图精度, 选择了 1:5 万地形图作控制。由于纸介质地形图存在较大伸缩、弯曲等变形, 对控制点获取精度的影响较大, 所以先采用仿射多项式拟合方法, 对地形图变形进行了纠正。

## 3 调查与监测方法

### 3.1 遥感图像处理

利用 ENVI 和 PCI 遥感软件, 对遥感影像数据进行了几何精纠正、配准与镶嵌和增强处理。图像采用高斯-克吕格投影, 6 度分带, 1954 坐标系。

### 3.2 湿地分类系统的建立

根据拉姆萨尔国际湿地公约对湿地的分类原

则,参照《湿地公约》和《全国湿地资源调查与监测技术规程》规范要求,结合我国湿地的特点及遥感

图像本身的可解译性,对该分类标准做适当调整和归并,建立中国东部经济区带湿地分类标准(表2)。

表 2 中国东部经济区带湿地分类标准

湿地类	湿地型	编码	说明
近海及海岸湿地(I)	浅海水域	I <sub>1</sub>	低潮时水深不超过6m的永久水域,植被盖度<30%,包括海湾、海峡
	珊瑚礁	I <sub>3</sub>	由珊瑚聚集生长而成的湿地,包括珊瑚岛及有珊瑚生长的海域
	岩石性海岸	I <sub>4</sub>	底部基质75%以上是岩石,少于30%的植被覆盖的硬质海岸,包括岩石性岛屿、海岩峭壁
	潮间沙石海滩	I <sub>5</sub>	潮间植被覆盖度<30%,底质以砂、砾石为主
	潮间淤泥海滩	I <sub>6</sub>	潮间植被覆盖度<30%,底质以淤泥为主
	潮间盐沼沼泽	I <sub>7</sub>	植被盖度≥30%的盐沼
	红树林沼泽	I <sub>8</sub>	以红树植物群落为主的潮间沼泽
	河口水域及三角洲湿地	I <sub>11</sub>	从近口段的潮间区界(潮差为零)至口外河海滨段的淡水舌峰缘间的永久性水域,以及河口区由沙岛、沙洲、沙嘴等发育而成的低冲积平原
河流湿地(II)	永久性河流	II <sub>1</sub>	仅包括河床和低河漫滩
	季节性或间歇性河流	II <sub>2</sub>	季节性、间歇性、定期性的河流、溪流、小河
湖泊湿地(III)	永久性淡水湖	III <sub>1</sub>	常年积水的海岸带范围以外的淡水湖泊
	季节性淡水湖	III <sub>2</sub>	季节性或临时性的泛洪平原湖
	永久性咸水湖	III <sub>3</sub>	常年积水的咸水湖
	季节性咸水湖	III <sub>4</sub>	季节性或临时性积水的咸水湖
沼泽及沼泽化草甸湿地(IV)	草本沼泽	IV <sub>2</sub>	植被盖度≥30%、以草本植物为主的沼泽
	其他沼泽	IV <sub>3</sub>	
库塘(V)	库塘	V <sub>1</sub>	为灌溉、水电、防洪等目的而建造的人工蓄水设施。主要有:养殖场、卤水池、盐场、水库等

3.3 湿地分布特征的遥感调查

将图像的格式转换成 MSI 格式后,在 MapGIS

平台上对图像进行常规的人机交互解译和数字化,获得各时期湿地分布的现状信息(表3)。

表 3 1976~2006 年江苏盐城湿地景观面积对比

年份	天然湿地						人工湿地	总面积
	近海及海岸湿地			河流湿地	沼泽湿地	湖泊湿地	人工养殖及水库	
	潮间淤泥海滩	河口水域	浅海水域					
1976 年	2 094.33	677.16	3 376.64	402.20	372.15	16.05	612.24	7 550.76
1987 年	1 297.55	334.13	3 376.64	396.38	983.91	16.05	1 221.70	7 626.36
2000 年	1 172.33	243.54	3 542.53	456.20	619.26	0.09	1 686.22	7 720.17
2006 年	1 020.98	241.36	3 528.85	468.82	594.47	0.09	1 890.24	7 744.82

3.4 湿地演变监测与时空变化特征分析

将不同期次的遥感解译结果叠加,提取湿地的变化信息,并对解译成果进行 GIS 分析与统计。本文采用转移矩阵、动态变化率、景观动态变化模型和马尔可夫链 4 个表征模型对江苏盐城湿地的景观变化进行分析,并对湿地景观未来的发展趋势作了预测。

4 湿地时空变化特征分析

4.1 盐城湿地的时空变化

调查结果(表3,图1)表明,盐城的天然湿地1976~2006年的30a间共减少了1 083.95 km<sup>2</sup>,变化率为-15.62%;人工湿地共增加1 278.00 km<sup>2</sup>,



(a) 1976年

(b) 1987年

图 1-a 1976~2006 年江苏盐城潮间淤泥海滩变化

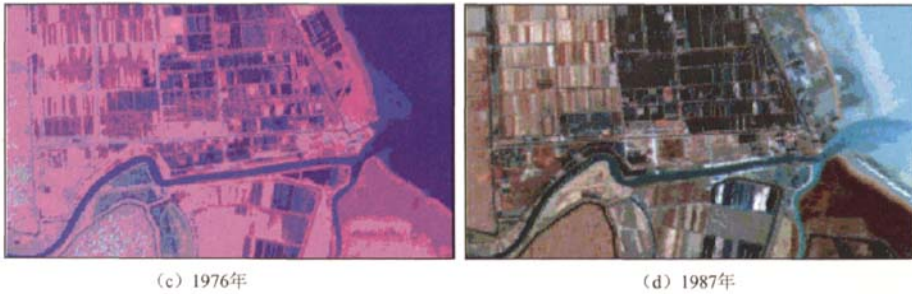


图 1-b 1976~2006 年江苏盐城潮间淤泥海滩变化

变化率高达 208.7%, 呈逐年递增趋势。

由于人工湿地的增加速率远远高于天然湿地的减少速率, 因此得到调查区域湿地的总体变化趋势为逐年递增。具体见图 2。

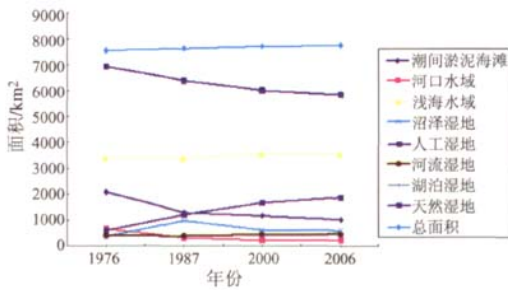


图 2 1976~2006 年江苏盐城各类湿地面积变化

从图 2 可以看出, 江苏盐城湿地在 1976~2006 年间, 近海及海岸湿地减少最为明显 (其中包括潮间淤泥海滩和河口水域), 沼泽湿地有所增加, 人工湿地增加最快。人工湿地增加主要的因素是人工养殖场及盐场的增加, 主要原因是该区域有大片海水后退而形成的陆地, 加上多年来有河流携带的泥沙在入海口地区淤积, 形成了丰富的浅海资源, 为草本植物生长提供了条件, 所以沼泽湿地也有所增加; 同时在经济利益的驱动下, 沿海滩涂被人为地开发为盐场或海产养殖场。导致潮间淤泥海滩湿地及河口水域面积不断减少。

#### 4.2 盐城湿地类型转移

表 4 为盐城地区 1976~2006 年的 30 a 间湿地类型的转移矩阵。

表 4 1976~2006 年间湿地转移矩阵

(km<sup>2</sup>)

湿地类型	2006 年 CBERS 湿地解译数据							
	河流湿地	潮间淤泥海滩	河口水域	浅海水域	沼泽湿地	湖泊湿地	人工湿地	其他
1976 年								
河流湿地		0.1	0	0	0	0	13.14	16.08
潮间淤泥海滩	9.70		3.94	235.08	145.53	0	695.58	89.76
河口水域	14.48	14.44		9.75	67.39	0	332.06	2.03
浅海水域	0	74.06	13.43		0	0	3.17	0
沼泽湿地	0.27	63.16	0	0		0	237.04	9.19
湖泊湿地	0	0	0	0	0		15.95	0
人工湿地	0	3.99	0.02	0	6.44	0		101.15
其他	57.41	0.4	0	0	246.28	0	94.04	

从表 4 中可见, 30 a 间湿地总面积变化不大, 但天然湿地大量减少, 人工湿地明显增加。天然湿地转化为人工湿地总面积为 1 296.94 km<sup>2</sup>。其中潮间淤泥海滩湿地减少最多, 转化最多, 共 695.58 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 33.2%; 河口水域湿地转化 332.06 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 49%; 沼泽湿地转化 237.04 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 63.7%; 河流湿地、湖泊湿地和浅海水域转化面积分别为 13.14 km<sup>2</sup>、15.95 km<sup>2</sup> 和 3.17 km<sup>2</sup>。

1976~1987 年间天然湿地转化为人工湿地的总面积为 514.62 km<sup>2</sup>, 其中潮间淤泥海滩湿地转化面积为 319.94 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 15.3%; 河口

水域湿地转化 139.24 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 20.6%; 沼泽湿地和河流湿地转化面积分别为 42.59 km<sup>2</sup> 和 12.85 km<sup>2</sup>。

1987~2000 年间天然湿地转化为人工湿地的总面积为 604.08 km<sup>2</sup>, 其中沼泽湿地减少最多, 转化最多, 共转化 550.77 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 56%; 潮间淤泥海滩湿地转化面积为 30.8 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 2.4%; 河口水域、湖泊湿地和浅海水域转化面积分别为 6.45 km<sup>2</sup>、15.95 km<sup>2</sup> 和 0.11 km<sup>2</sup>。

2000~2006 年间天然湿地转化为人工湿地的总面积为 194.73 km<sup>2</sup>, 其中沼泽湿地转化面积为 126.61 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 20.4%; 潮间淤泥海

滩湿地转化面积为 59.78 km<sup>2</sup>, 占其初始面积的 5.1%; 河口水域、浅海水域转化面积分别为 8.2 km<sup>2</sup>和 0.14 km<sup>2</sup>。

### 4.3 盐城湿地类型破碎化

(1) 在 1976 ~ 1987 年间, 湿地总面积增加了 75.6 km<sup>2</sup>(表 5、6)。

表 5 斑块数年变化度 (块 · a<sup>-1</sup>)

年度	河流 湿地	潮间淤 泥海滩	河口 水域	浅海 水域	沼泽 湿地	湖泊 湿地	人工 湿地
1976 ~ 1987 年	0.29	0.29	0.00	0.00	1.21	0.00	5.36
1987 ~ 2000 年	0.14	-0.14	0.00	-0.07	-0.64	-0.07	-1.93
2000 ~ 2006 年	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.80

表 6 斑块单位面积年变化率 (%)

年度	河流 湿地	潮间淤 泥海滩	河口 水域	浅海 水域	沼泽 湿地	湖泊 湿地	人工 湿地
1976 ~ 1987 年	-0.10	-2.72	-3.62	0.00	11.74	0.00	7.11
1987 ~ 2000 年	1.08	-0.69	-1.94	0.35	-2.65	-7.10	2.72
2000 ~ 2006 年	0.55	-2.58	-0.18	-0.08	-0.80	0.00	2.42

湿地斑块数少量增加, 湿地景观破碎度轻微加重, 然而斑块单位面积年变化率呈现负增长, 说明研究区的湿地斑块单位面积在减少, 生态环境向不良方向发展。

(2) 在 1987 ~ 2000 年间, 湿地总面积增加了 93.81 km<sup>2</sup>。湿地斑块数减少, 湿地景观破碎度减轻, 斑块单位面积年变化率除了河流湿地、浅海水域和人工湿地外, 其他景观类型变化率出现负值, 表明单位面积减少, 生态环境比起 1976 ~ 1989 年间没有明显改善。人工湿地斑块数变化度出现负值, 而单位面积变化率为正值。

(3) 在 2000 ~ 2006 年间, 湿地总面积增加了 24.65 km<sup>2</sup>。湿地斑块数有所增加, 湿地景观破碎度轻微加重, 斑块单位面积年变化率河流湿地和人工湿地出现正值, 潮间淤泥海滩湿地、河口水域湿地、浅海水域湿地和沼泽湿地出现负值。生态环境没有明显改善。

### 4.4 马尔科夫预测

我们把要研究的对象称为系统, “状态”表示系统在某时刻的行为, “状态转移”是指系统从一个状态变化到另一个状态。马尔科夫预测模型就是通过系统的初始状态及状态转移概率来计算未来的状态, 从而达到预测未来的目的。

成功应用马尔科夫模型的关键在于转移率的确

定。本研究以年为单位, 把湿地的类型变化分解成一系列离散过程, 根据各类型的年均转化率来确定单元转移概率, 把河流湿地转移为其他类型地类的转移概率作为第一行, 把潮间淤泥海滩湿地转化为其他类型地类的转移概率作为第二行, 以此类推, 建立一个湿地类转移概率矩阵, 其数学表达式为:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & \dots & P_{1j} \\ \vdots & & \vdots \\ P_{i1} & \dots & P_{ij} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中,  $P_{ij}$  表示景观类型  $i$  转化为景观类型  $j$  的转移概率。其中  $P_{ij} \geq 0$ , 且  $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 (i = 1, 2, \dots, n)$ 。

如果按照马尔科夫模型预测的这个趋势发展下去, 当达到稳定状态时, 天然湿地只占研究区域面积的 10.37%; 而人工湿地的面积比例将达到 89.63%, 成为区域内的优势景观(表 7)。这种结果是非常可怕的, 也是人们不想看到的。为了防止上述结果的出现, 必须立即采取有效的措施, 对湿地进行保护, 遏制湿地人工化的趋势。

表 7 湿地达到稳定状态时各地类景观的面积及所占比例

景观名称	所占比例/%
河流湿地	0.13
潮间淤泥海滩	1.71
河口水域	0.05
浅海水域	7.21
沼泽湿地	1.27
湖泊湿地	0
人工养殖	89.63

## 5 景观变化要因分析

### 5.1 自然驱动因素

就本区域而言, 由于湿地是以水为载体的特殊土地类型, 因此流域水环境特别是气候与降水是促使湿地形成与演化的最主要的限制因子。

温度对湿地形成的影响具有多重作用, 主要表现为影响植被的种类、生长, 影响地表蒸发的过程和强度。1971 ~ 2003 年调查区域气温总体呈上升趋势, 如图 3 所示。

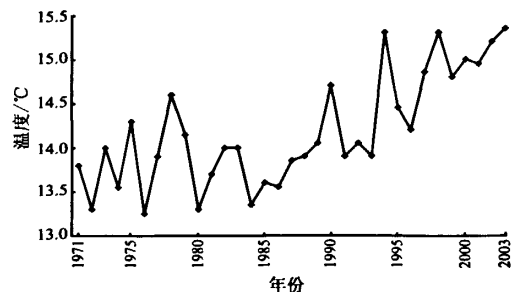


图 3 1971 ~ 2003 年平均气温变化

1971~2003年年均温上升了 $1.55^{\circ}\text{C}$ ,变化度为 $11.23\%$ 。结合湿地总面积变化趋势图,1976~1978年间天然湿地总面积 $6\,938.53\text{ km}^2$ ,2006年天然湿地总面积 $5\,854.58\text{ km}^2$ ,减少 $1\,083.95\text{ km}^2$ ,变化率为 $15.62\%$ 。在其他条件不变的情况下,气温上升加快了水面蒸发过程,引起水面面积的缩小,造成潮间淤泥海滩、河口水域、河流、湖泊、人工养殖场等面积萎缩。调查区温度的变化与天然湿地面积在研究时间段内的变化相吻合,说明湿地面积的变化与气温的变化有着一定的联系。

大气降水是湿地补给的重要来源,调查区域内1971~2003年降水量呈不断升降的变化趋势(图4)。降水量增加,抬高河流水面,增加河流水面面积,淹没一些滩涂;反之,则滩涂裸露。1976年间调查区湿地总面积 $7\,550.76\text{ km}^2$ ,2006年 $7\,744.82\text{ km}^2$ 。1988~1991年间,平均降水量逐年递增,然而在这一时段内沿海沼泽湿地面积剧增,两者应该有相关联系。降水量的这一变化趋势与湿地面积在调查时段内的变化也基本吻合,因此,说明湿地面积的变化与降水量的变化存在着趋势的相关性。

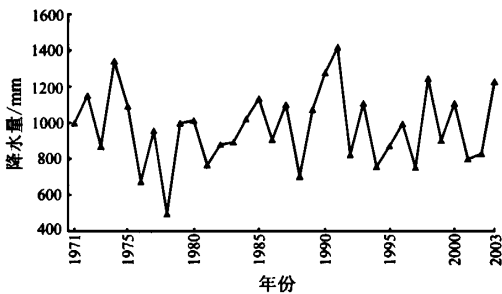


图4 1971~2003年平均降水变化

## 5.2 人为驱动因素

### 5.2.1 人口压力

人口变化是导致调查区土地利用变化的最主要的驱动力之一,同时也是最具活力的因子。

资料显示,1986~2004年间盐城人口呈增长趋势,由 $730.65$ 万人增长到 $807.00$ 万人,增长率为 $10.45\%$ 。随着人口的增长,人们对粮食、居住、基础设施用地要求不断提高,对城市经济的压力也不断增加。

盐城地区濒临黄海,人工水产养殖的增加必然会缓解经济压力。从1976~2005年近 $30\text{ a}$ 间江苏盐城各类湿地变化分析可以看到,目前人工湿地正逐渐取代天然湿地而成为湿地内的优势景观,湿地的人工化程度严重。通过围垦湿地,从2000~2006年之间,盐城沿海地区的水产养殖场面积增长了 $32\%$ 。以大丰县为例,超过 $85\%$ 的湿地被围垦,多

数用于水产养殖。导致这种现象出现的主要原因是盐业、水产养殖业和湿地保护间平衡关系的失调。

### 5.2.2 经济发展

伴随着我国计划经济向市场经济的转轨,土地有偿使用制度的实施,不同类型土地产出效益的差异逐渐突现。调查区内河塘密布,水域面积大,滩涂广阔,有利于发展海洋渔业和内陆渔业,利用得天独厚的水产业发展条件,在人口增长经济压力不断加大的情况下,经济效益较高的水产业发展迅速,水产品产量呈逐年递增趋势。伴随着各个养殖场的建设及扩大,势必天然湿地面积减少,人工湿地增加。1976~2005年间,4个监测时段天然湿地面积和人工湿地面积变化趋势正符合这一发展趋势。由此可以看出,人工养殖场的大量扩建是湿地类型转换的一个原因。

## 6 结论

(1)江苏盐城地区湿地调查结果表明,由于人工湿地的增加速率远远高于天然湿地的减少速率,区内湿地的总面积是逐年递增的趋势;湿地斑块数量少量增加,湿地景观破碎度轻微加重,然而斑块单位面积年变化率呈现负增长,说明湿地斑块单位面积在减少,生态环境向不良方向发展。

(2)过度地发展水产养殖业和盐业生产,对湿地生态环境带来严重的影响。近几年,江苏盐城出于经济发展的需求,扩大了该区域的盐业生产规模,导致了近海及海岸湿地及沼泽湿地的减少和人工湿地的增加,对湿地保护产生了一系列负面影响。因此,协调好天然湿地保护与盐业、水产品养殖业发展间的关系至关重要。

(3)建议将保护与科普宣传教育结合,保护与科学研究、养护结合,建立湿地生态系统动态监测体系,实施“退盐还苇”和“退虾还苇”工程,恢复湿地自然生态景观,加强法律、法规的实施力度,保障流经湿地的水源质量。

## 参考文献:

- [1] 国家林业局《湿地公约》履约办公室. 湿地公约履约指南[M]. 北京:中国林业出版社,2001.
- [2] 陆健健. 中国湿地[M]. 上海:华东师范大学出版社,1990.
- [3] 安树青. 湿地生态工程——湿地资源利用与保护的优化模式[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [4] 周昕薇. 基于3S技术的北京湿地动态监测与评价方法研究[D]. 北京:首都师范大学,2006.
- [5] 刘振乾,徐新良,吕宪国. 3S技术在三角洲湿地资源研究中的应用[J]. 地理学与国土研究,1999,15(4):87-91.

- [6] 李杨帆,朱晓东,邹欣庆,等. 江苏盐城海岸湿地景观生态系统研究[J]. 海洋通报,2005,24(4),46-51.
- [7] 王加连,刘忠权. 盐城滩涂生物多样性保护及其可持续利用[J]. 生态学杂志,2005,24(9),1090-1094.
- [8] Wei Ji, James Johnston. A GIS - base Decision Support System for Wet Land Permit Analysis[J]. GIS/LIS,1994;471-476.
- [9] Harvey K R, Hill G J E. Vegetation Mapping of a Tropical Freshwater Swamp in the Northern Territory, Australia: a Comparison of Aerial Photography, Landsat TM and SPOT Satellite Imagery[J]. International Journal of Remote Sensing,2001,22(15):2911-2925.
- [10] 王 艳. 若尔盖湿地遥感动态监测与景观格局分析[D]. 北京:中国地质大学(北京),2007.
- [11] 宋宏利. 基于 GIS 的遥感图像湿地信息提取及景观变化研究——以黄骅湿地为例[D]. 石家庄:河北师范大学,2006.
- [12] 阎秀英,蔡 伟. 中巴地球资源卫星产品的推广应用与市场展望[C]//中国资源卫星应用中心. 中巴地球资源卫星应用研究文集. 2003;41-47.
- [13] 梅安新,彭望球,秦其明,等. 遥感导论[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [14] 刘玉安,塔西甫拉提·特依拜,沈 涛,等. 基于“3S”技术的于田绿洲湿地动态变化研究[J]. 中国沙漠,2005,25(5),706-710.
- [15] Turner I B L, Dacid Skole, Steven Sanderson. Land Use and Land Cover Change: Science/Research Planning [J]. Stockholm: IGB-PRortN035,1995,125-1373.
- [16] Rei R S, Kruska R L, et al. Land Use and Land Cover Dynamics in Response to Changes in Climatic, Biological and Socio Political Forces; the Case of Southwest Ethiopia [J]. Landscape Ecology, 2000(15):339-355.
- [17] 阮仁宗,冯学智. 基于多时相遥感和 GIS 技术的湿地识别研究[J]. 遥感信息应用,2005(2):20-24.
- [18] 王树功,黎 夏,钟凯文,等. 遥感与 GIS 技术在湿地定量研究中的应用趋势分析[J]. 热带地理,2005,25(3):201-205.
- [19] 蔡则健,吴曙光. 江苏海岸线演变趋势遥感分析[J]. 国土资源遥感,2002(3):19-23.
- [20] 刘厚田. 湿地的定义和类型划分[J]. 生态学杂志,1995,14(4):73-77.
- [21] 李扬帆,刘青松. 湿地与湿地保护[M]. 北京:中国环境出版社,2003.
- [22] 周华茂,曾良修,喻歌农,等. 卫星遥感和地理信息系统在湿地资源调查中的应用[J]. 西南农业学报,2000,13(2):78-82.
- [23] 中国湿地[EB/OL]. <http://www.wetland.gov.cn>.
- [24] 江苏年检[M]. 南京:江苏年鉴杂志社,2002.
- [25] 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.

## An Analysis of Dynamic Change and Landscape Spatial Pattern of the Wetlands in Yancheng of Jiangsu Province Based on Remote Sensing Technology

ZHAO Yu - ling<sup>1</sup>, YU Wan - xin<sup>2</sup>, NIE Hong - feng<sup>1</sup>

(1. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China;

2. Chinese University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Wetland has various ecosystems functions as well as economic and social values and hence is regarded as a mature resource treasury and living environment for people's existence and development. In recent years, due to economic development and population growth, the human interference and destruction of the wetlands have become increasingly serious, and the prevention of the degradation of wetlands has become a very important and urgent task. In this paper, the wetland resource in Yancheng was extracted by using multi - source remote sensing data of CBERS, ETM, TM, MSS, in combination with other non - remote sensing data, such as the terrain map. According to the information retrieval results, the authors analyzed and forecast the change of wetland landscape by using the Markovian models, the Conversion Marix and the Dynamics Rate. Based on data available, the authors hold that such changes in the landscape pattern is attributed to some natural changes and human activities, such as geotectonic movement, climate, economic development and population growth, with the human activities being the main factor responsible for landscape pattern variation.

**Key words:** Wetland; Yancheng; Information extraction; Remote sensing monitoring

第一作者简介: 赵玉灵(1971 - ),女,博士,高级工程师,主要从事遥感地质、生态环境遥感调查、数据库等方面的研究工作。

(责任编辑:李 瑜)