

## RS 与 GIS 支持的洪湖湿地景观格局分析\*

王茜 任宪友 肖飞 李涛

(中国科学院测量与地球物理研究所 武汉 430077)

**摘要** 利用 3S 技术对洪湖湿地结构类型进行监测及对洪湖湿地景观格局进行定量分析结果表明,洪湖湿地景观类型所占比例有一定差异,景观多样性指数和均匀度指数较低,景观为少数湿地类型所控制,破碎度指数较小,且景观受人为干扰程度不十分严重,但也不容乐观。

**关键词** 3S 洪湖湿地 景观格局

Landscape patterns in Honghu wetland using RS and GIS .WANG Qian ,REN Xian-You, XIAO Fei, LI Tao(Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430077, China), *CJEA*, 2006, 14(2): 224 ~ 226

**Abstract** By making use of the 3S technology, the actualities of Honghu wetland configuration and wetland type were investigated. The area of every type of wetland was calculated. Then, the landscape patters of Honghu wetland were analyzed in a quantitative way. The results show that the percent of every type of the wetland landscape has some difference. Diversity and equality of landscape are low. And most of the areas are controlled by only a few type of landscape. The degree of fragmentation and disturbance by people are not heavy.

**Key words** 3S, Honghu wetland, Landscape pattern

(Received Dec .16, 2003; revised Jan .30, 2004)

### 1 研究区域概况与研究方法

洪湖湿地位于湖北省东南部、长江中游北岸、江汉平原四湖流域的下游,地处东经 113°17', 北纬 29°49', 东西长 23.4km, 南北宽 20.8km, 岸线长度 104.5km, 岸线发展系数为 1.56<sup>[1~3]</sup>, 汇水面积广阔, 地势低洼, 已被列入《中国湿地保护行动计划》重要保护湿地。

本研究利用 3S 技术对洪湖湿地结构类型进行监测, 根据国际湿地分类原则和实际情况, 考虑遥感的可操作性, 设计出研究区域湿地遥感分类系统, 然后选取适当波段组合, 处理遥感图像, 以充分判读所有湿地类型; 现场判读过程中采用 GPS 进行辅助定位, 对影像图所有不同颜色斑块进行人工判读后, 在地理信息系统中进行计算机屏幕勾绘, 并进行其后的数据处理、输出以及地理数据库的更新<sup>[4,5]</sup>。具体过程是选取 2001 年 7 月的 LandsatETM 图像作为数据源, 空间分辨率为 30m, 辐射分辨率为 256 个数量级, 在图像中研究区域无明显云层分布, 湿地地物光谱此间较易区分, 因此该遥感图像在湿地宏观调查和监测中较适合。经对比试验, 洪湖湿地遥感图像处理在充分考虑地物波谱特性基础上, 选取 2001 年 7 月 ETM 图像 2、3、4 波段进行假彩色合成, 较清晰地区分了研究区域内不同湿地类型, 经过训练区野外实地建标、室内遥感判读对比试验, 确定洪湖湿地不同湿地类型遥感解译标志(见表 1)。将处理后的遥感图像和其他地图资料输入地理信息系统中进行湿地地类判读解译, 在 ARC/INFO 下进行地类勾绘和数据数字化, 利用 Arcview 进行地图制作, 完成相应面积计算和统计分析。对景观空间格局与异质性定量描述是分析景观结构、功能及过程的基础, 通过格局和异质性分析可把景观空间特征与时间过程联系起来, 从而分析和描述景观内在规律性<sup>[6,7]</sup>。景观多样性指数( $H$ )大小反映景观要素多少和各景观要素所占比例变化, 其计算式为:

$$H = - \sum_{k=1}^m (P_k) \log_2 (P_k) \quad (1)$$

式中,  $P_k$  为  $k$  种景观类型占总面积比例,  $m$  为研究区域景观类型总数。景观优势度指数( $D$ )表示景观多样性对最大多样性的偏离程度, 或描述景观由少数几个主要景观类型控制程度, 其计算式为:

\* 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-12-1, KZCX3-SW-331)资助

收稿日期: 2003-12-16 改回日期: 2004-01-30

表 1 洪湖湿地遥感解译标志  
Tab.1 The interpretation sign of Honghu wetland

类 型 Types	解译标志 Interpretation sign				分 布 Distribution
	色 彩 Color	形 态 Shape	结 构 Structure		
浅水湖泊	黑色,局部蓝绿色	不 规 则 片 状	质 地 均 匀		
滨湖沼泽	粉 红、浅 红	不 规 则 片 状	质 地 不 均 匀		分布于湖滨地带
河流湿地	浅 蓝 色	不 规 则 带 状 分 布	质 地 均 匀		
河流滩地	浅 褐 红 色	带 状 分 布	质 地 较 均 匀		分布于河流边缘
鱼 池	墨 绿 色	块 状 规 则 分 布	质 地 均 匀、边 缘 清 晰		平地多处分布
水 稻 田	深 红 色	块 状 分 布	质 地 均 匀		平地多处分布
莲 藕 池	粉 红 色	块 状 规 则 分 布	质 地 均 匀、边 缘 清 晰		多 处 分 布
人工沟渠	墨 绿 色	规 则 线 状 延 伸	边 缘 清 晰		
水 塘	浅 墨 绿 色	不 规 则 片 状	质 地 均 匀		多处零星分布

$$D = H_{\max} + \sum_{k=1}^m (P_k) \log_2 (P_k) \quad (2)$$

$$H_{\max} = \ln(m) \quad (3)$$

式中,  $H_{\max}$  为研究区域各类型景观所占比例相等时景观最大多样性指数。景观均匀度指数 ( $E$ ) 是描述景观中不同景观类型的分配均匀程度, 可与优势度指数彼此验证。Romme 相对均匀度计算式为:

$$E = (S / E_{\max}) \times 100\% \quad (4)$$

式中,  $E$  为均匀度指数(%),  $S$  为修正了的 Simpson 指数,  $E_{\max}$  为给定丰富度条件下景观最大可能均匀度。 $S$  和  $E_{\max}$  计算式为:

$$S = - \log_2 \left( \sum_{k=1}^m P_k^2 \right) \quad (5)$$

$$E_{\max} = \ln(m) \quad (6)$$

景观形状破碎度指数  $F_s$  描述景观被分割的破碎程度, 其计算式为:

$$F_s = 1 - \frac{1}{R} \quad (7)$$

式中,  $R$  计算式为:

$$R = \sum_{k=1}^n \left[ \frac{P_k}{\sqrt{2} \times a_k} \left( \frac{a_k}{A_k} \right) \right] \quad (8)$$

其中,  $\frac{a_k}{A_k}$  为单个斑块面积与所有斑块面积比值。

## 2 结果与分析

根据上述研究分析过程制作出洪湖湿地分类分布图, 并对该区各类湿地进行面积提取和统计分析, 计算得出该区主要湿地类型及其面积, 浅水湖泊为  $231.86\text{km}^2$ , 滨湖沼泽  $105.89\text{km}^2$ , 河流滩地  $77.69\text{km}^2$ , 鱼池  $544.55\text{km}^2$ , 水稻田  $484.84\text{km}^2$ , 莲藕池  $69.91\text{km}^2$ 。根据上述遥感图像解译结果并结合实地验证, 统计出洪湖湿地各景观类型面积、周长和斑块数见表 2。

应用上述公式和由遥感解译所得统计数据, 计算得出洪湖湿地景观格局景观多样性指数 ( $H$ ) 为 2.629, 最大多样性指数 ( $H_{\max}$ ) 3.459, 优势度指数 ( $D$ ) 0.830, 均匀度指数 ( $E$ ) 0.667, 景观破碎度指数 ( $F_s$ ) 0.4207。根据景观多样性的生态意义, 景观由单一要素构成(均质)时其多样性指数为 0; 由 2 个以上要素构成的景观, 当各景观类型所占比例相等时其景观多样性指数最高; 景观多样性指数随各景观类型比例差异的增大而下降。洪湖湿地景观多样性指数为 2.629、最大多样性指数为 3.459, 说明按照确定的洪湖湿地各景观类型所占比例有一定差异, 且其景观多样性较低。景观优势度指数越大表明偏离程度越大, 即组成景观各景观类型所占比例差异大, 或者说某种或少数景观类型占优势; 优势度指数小则表明偏离程度小, 即组成景观各景观类型所占比例大致相当; 优势度指数为 0, 则表示组成景观各景观类型所占比例相等, 景观完全均质, 即由 1 种景观类型组成。洪湖湿地优势度指数为 0.830, 说明组成景观各景观类型所占比例差异较大, 少数

表 2 洪湖湿地各景观类型分布状况  
Tab.2 Statistics for the types of wetland in Honghu

类 型 Types	湿地景观类型面积/ km <sup>2</sup> Area of the wetland type	占总面积/ % Percent	湿地周长/ km Circumference	斑块数/ 块 Spot number	占总斑块/ % Percent
鱼 池	544.5543	21.86	2011.940	223	21.28
浅水湖泊	231.8640	9.31	277.298	8	0.76
水 稻 田	484.8398	19.46	3368.261	546	52.10
人工沟渠	8.9238	0.36	150.964	3	0.29
莲 藕 池	69.9061	2.81	439.836	108	10.31
河流湿地	138.0914	5.54	555.889	6	0.57
河流滩地	77.6924	3.12	334.246	22	2.10
城 镇	37.2134	1.49	238.950	30	2.86
库 塘	0.2781	0.01	3.543	3	0.29
旱 地 *	791.7997	31.79	3614.571	83	7.92
滨湖沼泽	105.8898	4.25	407.970	16	1.52

\* 由于 ETM 影像分辨率为 30m, 耕地中除水田外一些细小非耕地地物无法判读, 尚未扣除这些地物影响, 故统计的旱地各指标偏大。

景观类型占优势。均匀度指数也是描述景观由少数几个主要景观类型控制程度, 洪湖湿地均匀度指数为 0.667, 说明该区均匀度指数较低, 景观为少数几种湿地类型所控制, 其中鱼池、水稻田、浅水湖泊分别占总面积的 21.86%、19.46% 和 9.31%, 在整个洪湖湿地景观中占居控制地位, 并构成洪湖湿地景观主体。景观形状破碎化指数  $F_s$  (0, 1), 0 表示景观未被破坏, 1 表示景观被完全破坏。人类不合理活动的干扰会加剧景观破碎化进程, 景观破碎化不仅导致生物多样性丧失, 亦破坏土地利用景观稳定性, 降低土地利用持续性。洪湖湿地景观破碎度为 0.4207, 说明洪湖湿地景观被破坏程度尚不严重亦不容乐观, 需采取有效的政策、法规和措施, 力求减少人为干扰的影响。

### 3 小 结

本研究在 3S 技术支持下应用 ETM 影像数据, 建立了湿地资源空间数据库, 可快速及时准确地提取洪湖湿地生态景观格局信息, 并利用各景观指数定量分析得出洪湖湿地景观空间格局分布状况。研究结果表明洪湖湿地由少数几种湿地类型所控制, 且各类型湿地所占比例差异较大, 这与洪湖当地实际相符, 由于围垦和渔业养殖的发展, 湖泊滩地和河流滩地面积减少较快, 而水稻田和鱼池面积较大并占居控制地位。洪湖湿地景观受人为干扰程度尚不严重, 但今后仍需大力加强资源保护与利用和生态建设, 节约各种建设与耕作用地, 控制用地斑块盲目扩张, 严禁围湖造田, 合理建设景观和优化景观结构, 以创建环境优美的与自然生态系统相协调的湿地景观, 达到人与自然、经济活动与自然过程的协同进化。

### 参 考 文 献

- 1 国家林业局野生动植物保护司. 湿地管理与研究方法. 北京: 中国林业出版社, 2001
- 2 蔡述明, 杜 耘. 江汉湖群湖泊资源特点及其开发利用保护. 华中师范大学学报(自然科学版), 2000, 34(4): 476~481
- 3 王学雷, 杜 耘. 洪湖湿地价值评价与生物多样性保护. 中国科学院院刊, 2002, 17(3): 177~180
- 4 王宪礼, 肖笃宁, 布仁仓等. 辽河三角洲湿地的景观格局分析. 生态学报, 1997, 17(3): 317~323
- 5 李秀珍, 肖笃宁, 胡远满等. 辽河三角洲湿地景观格局对养分去除功能影响的模拟. 地理学报, 2001, 56(1): 32~43
- 6 李哈尔滨, 伍业纲. 景观生态学的数量研究方法. 当代生态学博论. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 209~233
- 7 Monica G. Tumer, Robert H. Gardner. Quantitative Methods in Landscape Ecology. New York: Spring Verlag Inc., 1991