

# 东洞庭湖国家级自然保护区湿地资源评价

王亚欣<sup>1</sup>, 鞠洪波<sup>2</sup>, 张怀清<sup>2</sup>, 江东<sup>1\*</sup>, 庄大方<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091)

**摘要:** 湿地是介于陆地与水体之间的过渡地带, 是陆地上最大的碳储库和陆地生态系统循环的重要组成部分。但是, 由于对湿地资源的严重破坏和不合理利用, 湿地面积急剧减少。近年来, 湿地资源评价已经倍受关注, 湿地资源评价为实现湿地资源可持续利用, 保持湿地功能持久性提供科学依据。本文通过对湿地生态系统的研究, 从生态效益、社会效益、经济效益角度出发, 构建东洞庭湖自然保护区湿地资源生态健康和合理利用评价体系, 并使用德尔菲法(Delphi method)和层次分析法(AHP)结合 PSR 模型对东洞庭湖湿地资源的生态健康、合理利用进行评价。东洞庭湖湿地资源生态健康评价得分为 1.09 分, 健康状态为较健康, 东洞庭湖湿地资源合理利用评价得分为 0.64 分, 合理利用状态为基本合理。最后, 通过对评价结果进行分析, 提出了保护利用的建议。

**关键词:** 东洞庭湖; 湿地资源评价; 德尔菲法; 层次分析法

**DOI:** 10.3724/SP.J.1047.2011.00323

## 1 引言

湿地是地球上水陆相互作用形成的独特的生态系统, 在蓄洪防旱、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造陆、降解环境污染维护区域生态平衡等方面发挥着重要的作用<sup>[1]</sup>。湿地被誉为自然之肾、生物基因库和人类摇篮, 与森林、海洋一起并列为全球三大生态系统。随着对湿地资源研究的不断深入, 我国的湿地资源评价研究内容变得更加丰富, 研究水平也在不断地提高, 湿地资源评价已经由过去仅局限于湿地特征描述的定性评价, 发展到湿地定量评价、湿地生态价值评价、湿地健康系统评价、湿地环境影响评价以及湿地生态风险评价等多种评价<sup>[2-8]</sup>。

## 2 研究区地理背景与数据源分析

### 2.1 研究区地理背景

东洞庭湖自然保护区位于长江中游荆江江段南侧, 介于北纬 28°59'~29°38'N, 东经 112°43'~113°15'E 之间, 全区总面积 19 万 hm<sup>2</sup>。东洞庭湖湿地有 4.8 万 hm<sup>2</sup> 河流湿地, 占全部洞庭湖河流

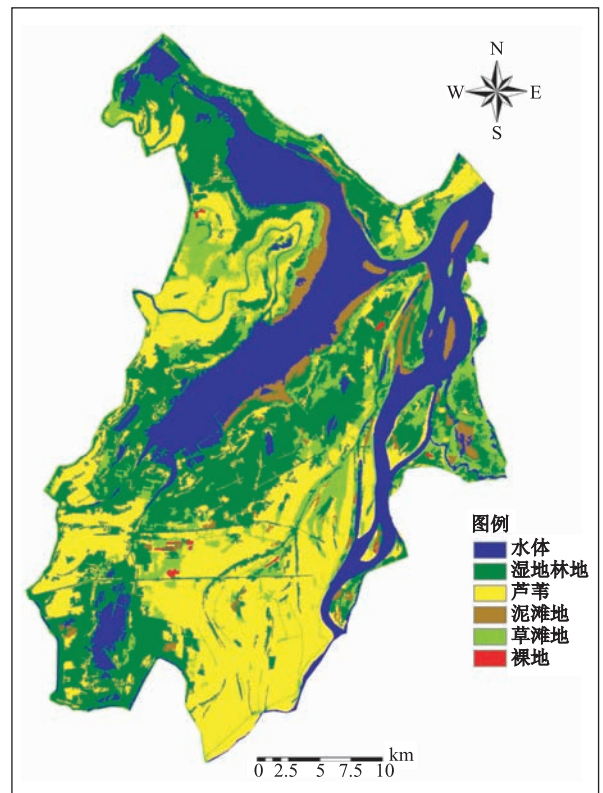


图1 东洞庭湖 2009 年土地利用图

Fig. 1 Land use map for East Dongting Lake in 2009

收稿日期: 2010-10-10; 修回日期: 2011-05-18.

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2008BAC34B06, 2006BAB04A16)。

作者简介: 王亚欣(1980-), 女, 博士, 河北保定人, 主要研究方向为地理信息系统。E-mail: wyx097@163.com

\* 通讯作者: 江东(1973-), 男, 博士, 安徽寿县人, 主要研究方向为遥感应用。E-mail: jiangd@igsrr.ac.cn

湿地的 51%，是东洞庭、南洞庭和西洞庭三个洞庭湖区内的河流湿地分布最集中的区域。保护区内动植物资源丰富，是中国湿地水禽的重要越冬地，也是重要繁殖地、停歇地，每年在这里栖息的雁、鸭等水鸟达数百万羽。国家一级保护的鸟类有白鹤、黑鹳、中华秋沙鸭等，二级保护鸟类有白琵鹭、天鹅等，还有中华鲟、白暨豚等珍稀动物<sup>[9-11]</sup>。但是，近年来东洞庭湖的湿地生态明显脆弱化，主要表现在：

#### (1) 湿地面积减少

东洞庭湖湿地面积不断萎缩，1987 年泥滩地和水面总面积为 442.26 km<sup>2</sup>，1996 年为 401.07 km<sup>2</sup>，2004 年为 309.61 km<sup>2</sup>，17 年间平均每年减少 7.8 km<sup>2</sup>。湿地类型整体变化趋势为洲滩地面积不断扩大，湖泊水面不断缩小<sup>[12]</sup>。另外，长江三峡建成后，由于洞庭湖缺少长江水位的顶托，面积萎缩可能会进一步加剧<sup>[13]</sup>。

#### (2) 环境污染

环境污染给东洞庭湖的生态群落构成了极大的威胁，造成鱼类资源减少。食物链的破坏也使得鹤、鹳、雁、水禽等生存环境遭到破坏<sup>[14]</sup>。

#### (3) 生物多样性下降

由于东洞庭湖腹地洲滩萎缩、裸露，致鸟类越冬栖息地和鱼类产卵场地缩小、破坏，从而缩短或打断湿地生态系统中的食物链，威胁到一些特有生物和濒危物种的生存。近年耐水速生杨树品种向洲滩湿地的迅速侵入，使东洞庭湖及周边地区生物多样性下降，植被群落结构简单化。

目前，恢复洞庭湖调节长江中游地区江湖洪水功能、加强湖区生物多样性的保护及推进洞庭湖区的综合管理与可持续发展等已成为有关部门和相关组织迫切需要解决的问题。

## 2.2 湿地数据源

本研究中涉及到 3 类数据，一是本底数据；二是遥感分类数据，三是问卷调查数据。本底数据及问卷调查数据在实验区调查、收集获取，遥感数据在我国地面站购买。

#### (1) 本底数据

本底数据主要来源于湿地相关单位，如当地林业局、湿地自然保护区管理局等，主要有：

①研究区概况数据：包括地理位置、自然条件、社会经济状况、研究区历史及管理机构的基本情况等等。

②湿地资源现状数据：包括湿地面积及类型、植被类型、动植物种类数量，湿地资源保护投入等。

③图形数据：包括保护区区划图、地形图、土地利用图、森林分布图等。

#### (2) 湿地遥感分类数据

本研究中使用的遥感数据有 1987、1996、2004 年的 TM 数据。通过对卫星像片进行目视解译将东洞庭湖湿地类型分为：水体、泥滩地、草滩地、芦苇地<sup>[12]</sup>。分类精度如下：水体 90%、泥滩地 84%，草滩地 84%，芦苇地 92%。

#### (3) 调查访问数据

调查访问是在东洞庭湖周边地区对周边农户和相关管理人员进行实地访谈，以了解公众对于湿地管理保护的参与现状，主要包括以下内容：

①湿地保护意识：了解东洞庭湖周边居民对湿地的认识程度、熟悉程度及保护意识。

②湿地变化：了解一定时期内，湿地面积、动植物资源变化情况，通常以 20 年、40 年为界。

③文化素质：了解东洞庭湖周边居民受教育年限。

④经济状况：了解周边居民家庭收入来源、年收入、直接、间接依赖湿地资源的收入所占比例等。

## 3 东洞庭湖湿地资源的分析评价

湿地生态系统是自然—经济—社会的复合系统，所以湿地资源评价是一个多变量、多结构的复杂过程。东洞庭湖湿地资源生态健康和合理利用的评价，主要使用德尔菲法和层次分析法，其过程包括：建立评价指标体系、确定指标权重、指标归一化处理和评价结果分析。

### 3.1 评价指标体系的建立

湿地资源评价指标的选取是非常复杂的，不仅要考虑生态、经济和社会要素，还要考虑不同条件下湿地生态过程、经济结构、社会组成的动态变化<sup>[15]</sup>。评价指标的选取应遵循以下原则：科学性原则；简明性原则；区域性原则；独立性原则。

东洞庭湖湿地资源生态健康评价和合理利用评价指标选取参考压力—状态—响应 (Pressure-State-Response) 模型 (简称 PSR 模型)，建立湿地资源评价指标体系。PSR 模型以因果关系为基础，即

人类活动对湿地环境施加一定的“压力”,影响到湿地环境的质量或自然资源的数量(“状态”),人类又通过环境、经济和管理策略等对这些变化作出反应(“响应”),以恢复生态环境或防止环境恶化<sup>[16-17]</sup>。

东洞庭湖湿地资源生态健康评价和合理利用评价指标体系包括 4 个层次:目标层、系统层、准则层和变量层。其中,生态健康评价共 17 个指标,合理利用评价共 9 个指标。指标见表 1,表 2。

表 1 湿地资源生态健康评价指标体系  
Tab. 1 Indicator system of ecosystem health assessment for wetland resource

目标层 A	系统层 B	准则层 C	变量层 D
湿地源生态健康评价	生态系统状态 B <sub>1</sub>	活力 C <sub>1</sub>	湿地植被型数量 D <sub>1</sub>
			景观联通度 D <sub>2</sub>
			十年内湿地景观斑块数变化率 D <sub>3</sub>
		恢复力 C <sub>2</sub>	水质 D <sub>4</sub>
	生物多样性 C <sub>3</sub>	物种濒危程度 C <sub>4</sub>	是否典型湿地土壤类型 D <sub>5</sub>
			生态系统类型复杂程度 D <sub>6</sub>
			植物丰富度 D <sub>7</sub>
	承受压力 B <sub>2</sub>	压力 C <sub>5</sub>	动物丰富度 D <sub>8</sub>
			是否有国家级濒危物种 D <sub>9</sub>
			人为威胁因素数量 D <sub>10</sub>
			自然威胁因素数量 D <sub>11</sub>
湿地资源合理利用评价	响应 B <sub>3</sub>	政策法规与保护措施 C <sub>6</sub>	灾害发生率 D <sub>12</sub>
			入侵物种 D <sub>13</sub>
			水质污染 D <sub>14</sub>
			市一级是否制定湿地法规 D <sub>15</sub>
			是否展开湿地恢复工程 D <sub>16</sub>
			是否制定湿地污水处理措施 D <sub>17</sub>

表 2 湿地资源合理利用评价指标体系  
Tab. 2 Indicator system of rational use assessment for wetland resource

目标层 A	系统层 B	准则层 C	变量层 D
湿地资源合理利用评价	湿地利用现状 B <sub>1</sub>	经济水平 C <sub>1</sub>	人均 GDP D <sub>1</sub>
		土地利用现状 C <sub>2</sub>	湿地经济收入占家庭总收入比例 D <sub>2</sub>
			湿地退化面积 D <sub>3</sub>
	承受压力 B <sub>2</sub>	人口 C <sub>3</sub>	湿地利用面积占总面积比例 D <sub>4</sub>
			人口密度 D <sub>5</sub>
			湿地保护意识 D <sub>6</sub>
	响应 B <sub>3</sub>	政策法规与保护措施 C <sub>4</sub>	是否制定湿地利用规划方案(规划利用区域及面积) D <sub>7</sub>
			是否制定湿地保护、恢复政策 D <sub>8</sub>
			单位面积湿地投入资金 D <sub>9</sub>

3.2 指标权重的拟定与分析计算

本研究中东洞庭湖湿地资源生态健康评价和合理利用评价使用德尔菲法(Delphi)和层次分析法(AHP)结合确定指标权重。

德尔菲法又称“专家询问法”,是一种反馈匿名函询法。其对所预测的问题征求专家意见后,对各专家的意见进行整理、归纳和统计,然后把意见匿名反馈给各专家,再次征求意见,再集中,再反馈,直至得出稳定的意见<sup>[18]</sup>。

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process,

AHP)是美国匹兹堡大学教授 Salty 在 20 世纪 70 年代提出的一种定性分析与定量分析相结合的、系统化、层次化的分析方法。该方法通过建立判断矩阵,逐步分层地将众多复杂因素和决策者个人因素综合起来,进行逻辑思维,而后用定量的形式表示出来,从而使复杂问题由定性分析转化成定量结果<sup>[19]</sup>。

故此,将东洞庭湖湿地资源生态健康评价和合理利用评价划分为 4 个层次。通过专家打分,逐层构成判断矩阵,计算判断矩阵的最大特征值 λmax 和对应的特征向量 W,并进行相应的一致性检验,

其步骤:

(1)专家打分

首先,确定调查问卷的内容。使用 Delphi 法进行专家匿名打分,归纳意见,确立各层指标变量重要性,结合层次分析法,计算各级指标权重。设计如下:各指标按重要性进行排序,并给相对最不重要的指标赋值为“1”,其余指标根据相对重要程度进行赋值。影响湿地生态健康的 3 个指标包括“生态系统状态”、“承受压力”和“响应”,如果认为“响应”在这三个指标中相对来说重要性最低,那么给“响应”赋值为“1”;如果认为“承受压力”的重要性是“响应”的 2 倍,那么“承受压力”分值为“2”,依次类推。

其次,根据调查问卷内容确定专家组成。由森林经理学专家、参与湿地监测与评价项目人员和保护区的相关技术人员组成专家。这种专家组成方式涉及领域广,能够有效降低评价的主观性。

(2)构建判断矩阵

根据专家打分结果,分别对每一层次评价指标的相对重要性进行描述,并进行量化,得到 A—B, B—C,C—D 判断矩阵。

计算出专家对各层打分的平均值,B 层的平均得分情况:生态系统状态 5 分,承受压力 3 分,响应 2 分。根据专家打分得到判断矩阵,如表 3 所示。

表 3 A—B 判断矩阵

Tab. 3 A—B judgment matrix

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
B <sub>1</sub>	5/5	5/3	5/2
B <sub>2</sub>	3/5	3/3	3/2
B <sub>3</sub>	2/5	2/3	2/2

(3)根据以下公式计算判断矩阵每行元素的算术平均值  $w_i$

$$w_i = \sum_{j=1}^3 \frac{a_{ij}}{3}$$

其中, $a_{ij}$  为判断矩阵第  $B_i$  行第  $B_j$  列数值。 $i=1,2,3;j=1,2,3$

经计算得到:

$$\overline{w} = [1.72222, 1.03333, 0.68889]^T$$

(4)将  $\overline{w}$  进行归一化处理,得到 B 层各指标相对于 A 层权重:

$$\overline{w} = [0.5, 0.3, 0.2]^T$$

(5)计算出判断矩阵的最大特征值

$$\lambda_{\max} = 3$$

(6)一致性检验

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$
将  $\lambda_{\max}$  代入上式计算判断矩

阵的一致性指标,检验其一致性:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0 < 0.1$$

使用公式  $CR=CI/RI$ ,计算出  $CR=0<0.1$ ,通过一致性检验。

各指标层指标权重结果如表 4、表 5 所示。

表 4 湿地资源生态健康评价指标权重结果

Tab. 4 Weights of the indicator of ecosystem health assessment for wetland resource

目标层		系统层		准则层		变量层	
	指标	权重	指标	权重	指标	权重	
湿地资源生态健康评价	生态系统状态	0.5	恢复力	0.133	湿地植被型数量	0.0560	
					景观联通度	0.0490	
					十年内湿地景观斑块数变化率	0.0280	
					水质	0.0665	
					是否典型湿地土壤类型	0.0665	
	生物多样性	0.134	生态系统类型复杂程度	0.0394			
			植物丰富度	0.0473			
			动物丰富度	0.0473			
	物种濒危程度	0.100	是否有国家级濒危物种	0.1000			
			人为威胁因素数量	0.0923			
	承受压力	0.3	压力	0.300	自然威胁因素数量	0.0923	
					灾害发生率	0.0231	
					入侵物种	0.0231	
					水质污染	0.0692	
市一级是否制定湿地法规					0.0500		
响应	0.2	政策法规与保护措施	0.200	是否展开湿地恢复工程	0.0500		
				是否制定湿地污水处理措施	0.1000		

表 5 湿地资源合理利用评价指标权重结果

Tab. 5 Weights of the indicator of rational use assessment for wetland resource

目标层		系统层		准则层		变量层	
	指标	权重	指标	权重	指标	权重	
湿地资源合理利用评价	湿地利用现状	0. 5	经济水平	0. 167	人均 GDP	0. 0557	
			土地利用现状	0. 333	湿地产生 GDP 百分比	0. 1113	
					湿地退化面积比率(50 年)	0. 1665	
					湿地类型丰富程度	0. 1665	
	承受压力	0. 2	人口	0. 200	人口密度	0. 1000	
					公民对湿地重视程度	0. 1000	
					是否制定湿地利用规划方案(规划利用区域及面积)	0. 1000	
	响应	0. 3	政策法规	0. 300	是否制定湿地保护、恢复政策	0. 1000	
					单位面积湿地投入资金	0. 1000	

3. 3 指标无量纲化的处理计算

在指标量化过程中,指标分为正、逆两种,指标值都采用同一时期的数据。正指标对湿地资源影响为正,指标值越大越有利,如湿地植被型数量,正指标的评价分值=指标值/标准值;逆指标对湿地资源影响为负,指标值越小越有利,如人口自然增长率,逆指标的评价分值=标准值/指标值。指标

数据主要来源于岳阳市统计年鉴、湖南洞庭湖国家级自然保护区总体规划、遥感图像及实地调查搜集的数据。

使用下面公式计算分值:

$$I = \sum_{i=1}^n W_j \times Z_j$$

其中, $I$  为总分数, $n$  为指标个数, $W_j$  为指标权重, $Z_j$  为指标实现度,各指标得分如表 6,表 7 所示。

表 6 湿地资源生态健康评价指标加权后分值

Tab. 6 Index-weighted score of the indicator of ecosystem health assessment for wetland resource

变量层指标	单位	标准值	指标值	实现度	加权得分
D <sub>1</sub> 湿地植被型数量	个	16	9	0. 56	0. 0314
D <sub>2</sub> 景观联通度	—	1	0. 6	0. 6	0. 0294
D <sub>3</sub> 十年内湿地景观斑块数变化率	%	+10	142	0. 074	0. 0021
D <sub>4</sub> 水质是否达到 GB/T 14848—93Ⅱ类	—	1	1	1. 0	0. 0665
D <sub>5</sub> 是否典型湿地土壤类型	—	1	1	1. 0	0. 0665
D <sub>6</sub> 生态系统类型复杂程度(1 代表复杂)		1	1	1. 0	0. 0394
D <sub>7</sub> 植物丰富度	种	2761	1186	0. 43	0. 0203
D <sub>8</sub> 动物丰富度	种	1500	297	0. 198	0. 0094
D <sub>9</sub> 是否有国家级濒危物种	—	1	1	1. 0	0. 1000
D <sub>10</sub> 人为威胁因素数量		11	3	3. 7	0. 3415
D <sub>11</sub> 自然威胁因素数量		7	2	3. 5	0. 3231
D <sub>12</sub> 灾害发生率	年/次	10	1	0. 1	0. 0023
D <sub>13</sub> 入侵物种		0	1	0. 0	0. 0
D <sub>14</sub> 水质污染(分为 4 级,1 为无污染,2 为轻微污染,3 一般,4 严重)		1	4	0. 25	0. 0173
D <sub>15</sub> 市一级是否制定湿地法规	—	1	0	0. 0	0. 0
D <sub>16</sub> 是否展开湿地恢复工程		1	1	1. 0	0. 0500
D <sub>17</sub> 是否制定湿地污水处理措施		1	0	0. 0	0. 0
得分总计					1. 0992

表 7 湿地资源合理利用评价指标加权后分值  
Tab. 7 Index-weighted score of the indicator of rational use assessment for wetland resource

变量层指标	单位	标准值	指标值	实现度	加权得分
D <sub>1</sub> 人均 GDP	元	22698	18058	0.796	0.0443
D <sub>2</sub> 湿地产生 GDP 百分比		10	18	0.556	0.0619
D <sub>3</sub> 湿地退化面积比率(50 年)		50	67	0.746	0.1242
D <sub>4</sub> 湿地类型丰富程度	个	34	4	0.12	0.0200
D <sub>5</sub> 人口密度	人/km <sup>2</sup>	452.3	704	0.642	0.0642
D <sub>6</sub> 公民对湿地重视程度(1—5 个等级,5 为重视)		5	3	0.6	0.0600
D <sub>7</sub> 是否制定湿地利用规划方案(规划利用区域及面积)		1	1	1	0.1000
D <sub>8</sub> 是否制定湿地保护、恢复政策		1	1	1	0.1000
D <sub>9</sub> 单位面积湿地投入资金	元/hm <sup>2</sup>	13	5.263	0.405	0.0405
得分总计					0.6151

4 湿地评价结果分析

4.1 生态健康的评价结果

(1)由表 6 可见,东洞庭湖湿地资源的生态系统状态中的活力指标(D<sub>1</sub> + D<sub>2</sub> + D<sub>3</sub>)较低,加权得分为 0.0629;生物多样性指标(D<sub>6</sub> + D<sub>7</sub> + D<sub>8</sub>)加权得分为 0.0691。东洞庭湖湿地资源的响应指标值(D<sub>15</sub> + D<sub>16</sub> + D<sub>17</sub>)得分相对较低。活力加权得分值和生物多样性得分值都偏低。

由于洞庭湖湿地及其资源的保护和利用,至今还未有统一的总体规划和管理。过度捕捞导致洞庭湖鱼类资源锐减,生物多样性不断下降,严重影响洞庭湖湿地的生态平衡,导致东洞庭湖湿地资源的生态系统指标分值偏低,主要原因有:

①环境污染。大量未经处理的废水直接排入湖中,以及沿湖大量使用农药、化肥造成严重污染,洞庭湖水质由 1997 年前的贫、中营养型变成现在的中—富营养型。环境污染直接导致大量浮游生物、底栖动物、鱼卵和幼鱼死亡;另也致使水体富营养化,使浮游生物的种类单一,甚至出现一些藻类暴发性增殖,鱼类饲料被污染、减少,生态环境恶化,渔业生产力大幅下降。

②物种入侵。入侵物种严重影响了洞庭湖的湿地生态健康,现洞庭湖湿地入侵物种约 11 种,其中,5 种列入了“中国第一批外来入侵物种名单”<sup>[18]</sup>。意大利杨、美国黑杨,这两种耐水速生的杨树品种已使洞庭湖许多地区出现植被群落结构简单化,使东洞庭湖及周边地区生物多样性迅速下

降,不仅破坏了湖泊湿地的自然演替,还降低了湿地的系统生产力,使生物入侵也变得更加严重。

③渔业资源过度利用。由于渔业资源下降,传统的捕捞方式难以获得更大效益,一些渔民采用国家禁用的资源浩劫性的捕捞方式。甚至在保护区的核心区、鱼类的产卵地和洄游通道,以及禁渔期都无法禁止,进一步加剧了资源的衰减。同时,鱼还是许多鸟类的食物,食物减少,鸟类的数量也随之减少<sup>[14,20]</sup>。

④三峡工程影响。三峡工程对减轻洞庭湖地区洪涝灾害有着重大的作用,但该工程蓄、泄洪时间与自然迁流不同,夏季水位通过大坝的调控相应的降低了 1~2m,而冬季水位将提前下落,从而导致湖泊滩地提前出露。水位的变化将引起水生和陆生植物带的演替,进而影响鸟类觅食、栖息和分布。工程运行后,对本区湿地及其资源产生复杂的、多方的负面影响<sup>[21]</sup>。同时将对东洞庭湖湿地资源带来的影响,这些都有待于进一步研究。

(2)东洞庭湖湿地资源的响应指标值(D<sub>15</sub> + D<sub>16</sub> + D<sub>17</sub>)得分相对较低。本区的主要污染源为纺织业和化工业,同时传统农业生产也产生大量的面源污染,在本研究进行时期未发现有关湿地污水处理措施;在市一级未规制定相关的湿地保护法规;另外,仅有洞庭湖湿地自然保护区开展了部分湿地恢复工程。

(3)综合表 6,根据各个指标的临界值总体计算分值将湿地生态健康评价结果分为优(>1.9)、良(1.5—1.9)、较健康(1.0—1.5)、一般病态(0.5—1.0)、疾病(0—0.5)。根据评价结果(表 6),东洞庭

湖湿地资源生态健康评价综合得分 1.0992 分,健康程度为总体为较健康,但是其值较低,接近一般病态,值得警惕。

东洞庭湖湿地资源生态健康评价表明洞庭湖湿地资源的生态系统活力仍处于危险的状态,虽然在东洞庭湖湿地自然保护区和洞庭湖周边群众的共同努力下,东洞庭湖湿地生态环境有好转,但现阶段东洞庭湖湿地资源的健康状态仍处于衰退期,必须要加强湿地保护的力度,争取实现其向较健康、良、优的转变。

#### 4.2 湿地合理利用的评价结果

(1)分析表 7 发现东洞庭湖湿地资源利用现状中的经济水平指标( $D_1 + D_2$ )权重为 0.167,加权得分为 0.1062;土地利用指标( $D_3 + D_4$ )权重为 0.333,加权得分为 0.1442。指标的加权得分值表明洞庭湖湿地资源利用现状并不乐观,湿地退化严重。造成以上现象的主要原因是围垦圈地。围湖造田并伴随着大量农民迁入,使得保护区湖面缩小,这种做法不仅抵抗洪水能力下降,而且使保护区湿地面临被蚕食的危险。近年来,由于天然湖泊水面和洲滩无序承包经营,承包者为了经济利益盲目扩张用地,扩大杨树、芦苇种植面积等活动,破坏、减少湖区生物的栖息地。大面积的杨树种植,抑制野生物种的正常生长和栖息,改变湿地植被群落的结构,加剧生态向森林生态的逆向演替。目前,在东洞庭湖核心区内就栽有 1000 多亩杨树,对于洞庭湖的杨树问题,湖南省林业厅表示将坚决清除栽种在“三不准”区域内的杨树。2003 年以后栽种的杨树,将全部砍掉;而 2003 年前栽种的杨树则在成林后不再增种,让这些区域自然恢复到原貌,政府措施有一定成效,要使生态环境恢复原来状态还需要一定时间。

(2)东洞庭湖湿地资源承受压力的人口指标( $D_5 + D_6$ )的权重值为 0.200,加权得分为 0.1242。东洞庭湖湿地资源的人口压力一直超出其能承受的范围,这主要是历史原因造成的。东洞庭湖区域历史上就是湖南的一个主要粮食产区,人口压力一直远大于湿地所能承受的能力,现阶段实行的计划生育政策和退田还湖政策从一定程度上降低了东洞庭湖区湿地资源的人口压力。

(3)湿地资源响应的政策法规指标( $D_7 + D_8 + D_9$ )的加权得分为 0.300,加权值为 0.2405。

(4)综合表 7,根据各个指标的临界值计算分值将湿地合理利用评价结果分为非常合理( $>1.2$ )、合理( $1.2-0.9$ )、基本合理( $0.9-0.6$ )、不合理( $0.6-0.3$ )、严重不合理( $0-0.3$ )。根据评价结果,东洞庭湖湿地自然保护区综合得分 0.6151 分,为基本合理。

东洞庭湖湿地资源的合理利用评价结果表明,东洞庭湖湿地资源的利用基本合理。东洞庭湖湿地的利用结构仍不完善,同时本区承受的压力仍超过湿地资源的承受能力。

#### 5 湖区湿地开发利用的建议

(1)平垸行洪,退田还湖,减轻人口压力,扩大湿地空间

由于人口剧增,湿地被围垦,面积不断减少。应通过退田还湖、移民建镇等实施移民政策,把人口总量控制在湖区资源与环境容量允许范围之内。同时有计划、有步骤地实施平垸行洪、退田还湖,从而扩大湿地面积,最大限度地维持和恢复湿地自然生态过程和功能<sup>[22-23]</sup>。

(2)控制污染,加强综合治理

逐步改善和提高东洞庭湖湿地生态环境质量,为湿地生物的生存和繁衍提供优良的生态环境。改善环境质量的措施:整改湖区工业结构,控制工业污染;调整农业产业结构,发展生态农业,控制农业污染,严格限制非降解性农药的使用;制定工业污水排放标准,实行污染物总量控制等。

(3)调整植物种植结构

依据不同地势洲滩的连续淹水天数和全年淹水总天数布局作物种类;适度调整荻、芦布局;在高位洲滩上可适度发展以黑杨树种为主的混交林,但不应与荻、芦争地;开展沼泽化杂草、苔草如矮禾草草甸资源的综合开发利用。

(4)加强湿地生物多样性保护

应尽快制订核心区封闭管理和湿地保护的详细管理办法;加大对湿地区域居民的转移培训和安置力度;注重植物之间、动物之间、动物与植物之间的协调关系,防止群落之间的物质性冲突与能量性矛盾;加大核心区湿地的综合执法,切实保障鸟类、鱼类与人的和谐等,实现东洞庭湖湿地生物多样性保护与资源的可持续利用。另外,清除严重影响东洞庭湖生物多样性的外侵物种,对东洞庭湖湿地生

态进行恢复。

对于东洞庭湖湿地资源进行生态健康和合理利用评价的方法,今后我们将进一步完善,开展深化研究。

## 参考文献:

- [1] 孙广友. 中国湿地科学的进展与展望[J]. 地球科学进展, 2000, 15(6): 666 - 672.
- [2] 牛明香, 赵庚星, 李尊英. 湿地研究浅探[J]. 山东农业大学学报, 2003, 34(4): 586 - 589.
- [3] 王宪礼, 李秀珍. 湿地的国内外研究进展[J]. 生态学杂志, 1997, 16(1): 58 - 62.
- [4] Fennessy M S, Jacobs A D and Kentula M E. An Evaluation of Rapid Methods for Assessing the Ecological Condition of Wetlands[J]. Biomedical and Life Sciences, 2007, 27: 543 - 560.
- [5] Jones K, Lanthiera Y, Voetb P, Valkengoedb E, Taylore D and Fernández - Prieto D. Monitoring and Assessment of Wetlands Using Earth Observation: The GlobWetland Project[J]. Journal of Environmental Management, 2009, 90, 2154 - 2169.
- [6] Larson J S. Rapid Assessment of Wetlands: History and Application to Management [C]. // Mitsch W J (Ed. ). Global Wetlands: Old World and New. Amsterdam, Netherland: Elsevier Science Publishers Ltd. , 1994: 623 - 636.
- [7] 程实, 张怀清, 陈永富. 兴凯湖湿地资源综合评价研究[J]. 林业科学研究, 2008(z1): 85 - 90.
- [8] 杨波. 我国湿地评价研究综述[J]. 生态学杂志, 2004, 23(4): 146 - 149.
- [9] 阎雍, 刘擎, 陈世文, 等. 浅谈东洞庭湖湿地生态现状及保护对策建议[C]. 第27届中国气象学会年会应对气候变化分会场——人类发展的永恒主题论文集, 2010.
- [10] 黄菊梅, 袁泉, 杨金莲. 东洞庭湖湿地生态环境现状及其资源保护的思考[C]. 中国气象学会 2005 年年会论文集, 2005.
- [11] 陈望雄. 试论东洞庭湖区域湿地生态旅游可持续发展策略[J]. 云梦学刊, 2009, 30(1): 71 - 74.
- [12] 朱晓荣, 张怀清, 周金星. 东洞庭湖湿地遥感动态监测研究[J]. 林业科学研究, 2008, 21(z1): 41 - 45.
- [13] 李永红, 费芳, 方七零, 等. 关于东洞庭湖湿地景观保护与可持续利用的思考[J]. 湖南农业科学 2009(7): 70 - 73.
- [14] 陈柳翀. 论东洞庭湖区湿地保护[J]. 岳阳职业技术学院学报, 2006, 21(1): 47 - 50.
- [15] 崔保山, 杨志峰. 湿地生态系统健康评价指标体系理论[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1005 - 1011.
- [16] 杨时民, 李玉文, 吕玉哲. 扎龙湿地生态安全评价指标体系研究[J]. 林业科学, 2006, 42(5): 127 - 132.
- [17] 麦少芝, 徐颂军, 潘颖君. PSR 模型在湿地生态系统健康评价中的应用[J]. 热带地理, 2005, 25(4): 317 - 320.
- [18] 程实. 湿地资源保护与可持续利用综合评价[D]. 中国林业科学研究院, 2007, 81 - 86.
- [19] 李冰洁, 冯宗宪. 基于 AHP 分析法对跨国公司进入中国市场模式的研究[J]. 科技管理研究, 2006(11): 59 - 62.
- [20] 湖南省林业调查规划设计院. 湖南洞庭湖自然保护区总体规划[R]. 2007, 12: 10 - 20.
- [21] 杨金莲, 袁泉, 黄菊梅, 等. 东洞庭湖湿地潜在危机及综合开发建议[C]. 促进中部地区崛起气象论坛优秀论文汇编, 2007, 90 - 96.
- [22] 曹霄琪. 东洞庭湖湿地保护现状与对策[J]. 湖南理工学院学报(自然科学版), 2008, 21(3): 83 - 85.
- [23] 王西方, 邓江洪. 洞庭湖湿地资源的保护与可持续利用的研究[J]. 天中学刊, 2006, 5(21): 62 - 63.

## Assessment of Wetland Resource in East Dongting Lake National Nature Reserve, Hunan Province

WANG Yaxin, JU Hongbo, ZHANG Huaqing, JIANG Dong, ZHUANG Dafang

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Research Institute of Forest Resource Information Techniques, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** Wetlands are the transition zone between terrestrial and aquatic ecosystems, the largest terrestrial carbon reservoir and an important part of the terrestrial ecosystems cycle. Wetlands perform functions that support the generation of ecologically, socially and economically important values. However, as the



unreasonable utilization and destruction of wetlands, the total area of natural wetlands decreased rapidly, and wetland resources in China are no exception. In recent years, assessment of wetland resource has been paid close attention. Assessment of wetland resource can further protect wetland resources and provide scientific foundation for decision-makers. Through the study of wetland ecosystems, from the ecological, social, economic benefits, we build the ecological health assessment and legitimate utilization assessment for the East Dongting Lake National Nature Reserve. In this study, Delphi method, analytical hierarchy process (AHP) and PSR model are adopted to appraise ecological health and legitimate utilization. First, an index system of integrated assessment of wetland resource was constructed, and the indexes involve the following three aspects, i. e. pressure, state and response. An index system of ecological health for wetland resource established was composed of 3 subsystems, with 17 indicators involved. And the index system of reasonable utilization of wetland resource established was composed of 3 subsystems, with 9 indicators involved. By conducting field investigation in East Dongting Lake and by performing remote sensing data processing, the score of ecological health of wetland in East Dongting Lake National Nature Reserve is 1.09, which means its health is generally reasonable, while the score of legitimate utilization is 0.64, that is a moderate score.

**Key words:** East Dongting Lake; assessment of wetland resource; Delphi method; AHP