

## 三江自然保护区湿地生态系统生态评价

孙志高<sup>1,2</sup>, 刘景双<sup>1</sup>(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012;  
2. 中国科学院烟台海岸带可持续发展研究所, 山东 烟台 264003)

**摘要:** 选取自然性、代表性、多样性、稀有性、适宜性、生态脆弱性和人类威胁等指标对三江自然保护区湿地生态系统进行了生态评价。运用 AHP 法通过对评价指标的等级化处理, 确定了各评价指标的权重, 并结合单项指标的评价结果计算出三江自然保护区湿地生态系统的综合评价指数 (CEI) 为 0.7891, 说明该保护区湿地生态系统的生态质量较好。此外, 还分析了该保护区目前所面临的问题, 并提出了相应的建议。图 1, 表 5, 参 11。

**关键词:** 湿地生态系统; 生态评价; 自然保护区; 综合评价指数

**中图分类号:** S181      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-0068(2008)01-0043-06

## Ecological Evaluation of the Wetland Ecosystem in Sanjiang Nature Reserve

SUN Zhi-gao<sup>1,2</sup>, LIU Jing-shuang<sup>1</sup>

(1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China;

2. Yantai Institute of Coastal Zone Research for Sustainable Development, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China)

**Abstract:** In this paper, naturalness, representativeness, diversity, rarity, suitability, ecological fragility and the threat of human interference were chosen to evaluate the ecological quality of Sanjiang nature reserve. Through gradation division for these indices based on the method of AHP, the weights of these indices were confirmed. Combined with the evaluation results of single index, the composite evaluation index (CEI) of the reserve was calculated (CEI = 0.7891). The result showed that the ecological quality of the reserve is relatively good. In addition, this paper analyzed the current problems that existed in the reserve and put forward some corresponding proposals.

**Key words:** wetland ecosystem; ecological evaluation; nature reserve; composite evaluation index

湿地是重要的国土资源和自然资源, 与人类的生存和发展息息相关, 是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一<sup>[1]</sup>。据估计, 全球约有 860 万 km<sup>2</sup> 湿地, 但由于不合理利用导致 80% 的湿地资源正在丧失或退化。当前, 我国湿地资源的丧失也非常严重。建立湿地自然保护区是保护现有湿地资源的有效方式。20 世纪 80 年代后期, 随着全球生物多样性保护运动的蓬勃发展, 我国自然保护区建设事业进入了迅速发展阶段。到 2002 年底, 中国已在长江、黄河等七大流域共建立 535 个湿地类型保护区, 总面积达 1 600 万 hm<sup>2</sup>, 使近 40% 的天然湿地和 33 种国家重点保护动物在保护区内得到有效保护 (2003 中国环境公报)。

湿地自然保护区的综合评价由生态评价、社会经济评价和有效管理评价 3 部分组成, 生态评价是其综合评价的主体, 它不仅可评价保护区目前的管理状况

及保护效能, 而且它对于加强自然保护区的有效管理和对自然环境变化的预测能力以及实现保护区的可持续发展均有着重要意义。目前国内外对于自然保护区特别是湿地自然保护区生态评价的指标体系尚处于探索阶段, 但并未制定出一套完整的评价指标体系。在综合诸评价指标体系研究成果的基础上, 以三江自然保护区为研究对象, 在建立评价指标体系及层次分析模型的基础上对其进行了生态评价。

## 1 研究区域概况

三江自然保护区地处我国的东北角, 位于抚远县和同江市境内, 是由黑龙江和乌苏里江汇合而成的三角形地带。保护区南部与饶河县相邻, 西部跨鸭绿河进入同江市境内, 北部和东部分别隔黑龙江、乌苏里江与俄罗斯相望, 并以黑龙江和乌苏里江主航道中心线与俄罗斯分界。保护区由黑龙江流域的 I

收稿日期: 2006-12-12; 修回日期: 2007-09-17.

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2-YW-309); 中国科学院“优秀博士学位论文、院长奖获得者”科研启动专项资金项目资助。

第一作者简介: 孙志高 (1979-), 男, 山东烟台人, 博士, 副研究员, 主要从事湿地环境生态与生物地球化学研究。

区(47°56'26"~48°23'04"N, 133°39'20"~134°18'21"E)和乌苏里江流域的Ⅱ区(47°26'12"~48°10'16"N, 134°10'06"~135°05'20"E)组成, 总面积 198 089hm<sup>2</sup> (Ⅰ区: 106 552hm<sup>2</sup>, Ⅱ区: 91 537hm<sup>2</sup>)。三江自然保护区是三江平原东端高寒湿地生态系统的典型代表, 也是受人类影响较少的一块湿地, 其间黑龙江及其支流浓江、鸭绿河, 乌苏里江及其支流别拉洪河等共有 57 条大小河流流经保护区。保护区内沼泽遍布, 江河泛滥区占全区面积的 47.9%。三江自然保护区气候寒冷湿润, 湿地植被发育良好, 小叶章草甸、芦苇草甸和岛状天然阔叶林极具独特性和稀有性。独特的环境条件, 给许多珍稀动物如东方白鹳、丹顶鹤、白枕鹤、中华秋沙鸭、白尾海雕、金雕等提供了理想栖息场所。三江自然保护区自 1994 年 9 月经黑龙江省人民政府批准建立后, 2000 年 4 月又经国务院批准晋升为国家级自然保护区, 2002 年 1 月被列入《国际重要湿地名录》。

## 2 研究方法 with 资料来源

采用层次分析法 (AHP)。AHP 是一种多层次权重解析方法, 是分析多目标、多准则复杂大系统的有利工具。它将人们的思维过程和主观判断数学化, 不仅简化了系统分析与计算工作, 而且有助于决策者保持其思维过程和决策原则的一致性。因而, 它最适宜于解决那些难以完全用定量方法进行

分析的评价决策问题, 并能得到比较满意的结果<sup>[2]</sup>。AHP 的主要思路是: 将复杂问题中的各因素通过划分为相互联系的层次使之条理化, 根据一定客观现实的判断就每一层的相对重要性给予定量表示, 确定每一层次中的元素相对重要次序的权值, 通过排序结果来分析和解决问题<sup>[3]</sup>。

资料主要来源于与三江自然保护区有关的各种自然和生态等方面的文献资料。其中部分指标的数据主要通过查阅《三江自然保护区自然资源研究》<sup>[4]</sup>等专门文献直接或统计获得, 其它数据则通过已有相关资料获得。

## 3 结果与讨论

### 3.1 评价指标及其等级划分、赋值标准

评价指标是用来反映影响整个生态系统发展的主要因素, 因而它的选取应该力求客观性。目前, 自然保护区生态评价涉及的指标很多, 因此评价指标是在对湿地生态系统类保护区研究的基础上, 吸收国内外自然保护区湿地生态评价研究中高频次出现的指标<sup>[5-7,10,11]</sup>, 并结合三江自然保护区的实际, 选取自然性、代表性、多样性、稀有性、适宜性、生态脆弱性及人类威胁等 7 项 I 级评价指标, 部分 I 级评价指标又划分为 II 级和 III 级评价指标。将各级评价指标均划分为 4 个评价等级, 各等级分别赋予 1~4 的分值, 见表 1。

表 1 评价指标及其等级划分、赋值标准

评价指标	评价等级
A <sub>1</sub> 自然性	a 未受或极少受干扰, 自然生境完好, 核心区未受人类影响; b 已受轻微干扰和破坏, 但自然生境基本完好, 核心区未受或受轻微影响; c 已受严重破坏, 自然生境退化, 核心区受中等程度影响; d 自然生境完全受破坏, 原始结构丧失, 核心区受严重影响
A <sub>2</sub> 代表性	a 全球范围或同纬度区内具有突出代表意义; b 全国范围或生物地理界内具有突出代表意义; c 全国范围或生物地理省内具有代表意义; d 代表性一般
A <sub>3</sub> 多样性	B <sub>1</sub> 物种多样性: C <sub>1</sub> 物种多样性: a 物种多样性丰富, 高等植物 ≥ 2000 种, 或高等动物 ≥ 500 种; b 物种多样性较丰富, 高等植物 1000~1999 种, 或高等动物 300~499 种; c 物种多样性中等丰富, 高等植物 500~999 种, 或高等动物 100~399 种; d 物种量较少, 高等植物 < 500 种, 或高等动物 < 100 种。 C <sub>2</sub> 物种相对丰富度: a 湿地物种占所在生物地理区或行政省内物种总数的比例大于 50%; b 介于 30%~50% 之间; c 介于 10%~29.9% 之间; d 小于 10%。 B <sub>2</sub> 生境多样性: a 湿地生态系统的组成结构复杂, 生境类型众多; b 生态系统组成结构较复杂, 生境类型较多; c 生态系统组成结构较简单, 生境类型较少; d 生态系统组成结构简单, 生境类型单一。
A <sub>4</sub> 稀有性	B <sub>3</sub> 物种濒危度: a 全球性珍稀濒危物种; b 国家重点保护一级动物或一、二类植物; c 国家重点保护二级动物或三类植物; d 区域性珍稀濒危物种 B <sub>4</sub> 物种地区分布: a 物种地理分布较窄, 仅有极少产地的地方性物种; b 地理分布较窄, 广布但局部少见或分布区边缘物种; c 物种分布较广泛; d 物种分布十分广泛。 B <sub>5</sub> 生境稀有性: a 世界范围内唯一或极重要湿地; b 国家或生物地理区范围内唯一或极重要湿地; c 地区范围内稀有或重要湿地; d 常见类型湿地

续表

评价指标	评价等级
A <sub>5</sub> 适宜性	B <sub>6</sub> 面积适宜性：a 湿地面积 > 400hm <sup>2</sup> ；b 面积介于 100 hm <sup>2</sup> ~ 400hm <sup>2</sup> ；c 介于 3 hm <sup>2</sup> ~ 100 hm <sup>2</sup> ；d 面积 < 3hm <sup>2</sup>
	B <sub>7</sub> 水质条件：a DO > 4mg/l，pH 为 6.0 ~ 8.5，无致死剂量有毒物；b DO 略低于 4mg/l，pH 为 6.0 ~ 8.5，无致死剂量有毒物；c DO 远低于 4mg/l，pH 低于 6.0 或高于 8.5，有致死剂量有毒物；d DO 远远低于 4mg/l，pH 明显低于 6.0 或高于 8.5，有许多致死剂量有毒物；
A <sub>6</sub> 生态脆弱性	B <sub>8</sub> 植被覆盖率：a 植物在生长季大部分时间占湿地面积的 70% 以上；b 介于 50% ~ 70% 之间；c 介于 30% ~ 50% 之间；d 低于 30%。
	B <sub>9</sub> 物种生活力：a 主要或关键物种适应性极差，需特化生境或生活力极弱，繁殖力极低；b 主要或关键物种适应性很差，需特化生境或生活力很弱，繁殖力很低；c 主要或关键物种适应性较差，需较为特化生境或生活力较弱，繁殖力较低；d 主要或关键物种适应性强或较强，不需特化生境，生活力和繁殖力强或较强。
	B <sub>10</sub> 种群稳定性：a 湿地种群个体数量多，密度高，最少生存种群可以维持；b 种群个体种群数量较多，密度较高，最少生存种群较易维持；c 种群个体数量较多，但密度低或个体数量少，但密度高，最少生存种群不易维持；d 种群个体数量少，密度低，最少生存种群很难维持。
A <sub>7</sub> 人类威胁	B <sub>11</sub> 生态系统稳定性：a 湿地生态系统很稳定，为顶级状态，结构完整合理；b 生态系统较稳定，结构较完整和合理；c 生态系统较脆弱，结构较完整或较合理；d 生态系统很脆弱，结构不完整或不合理。
	B <sub>12</sub> 直接威胁：a 湿地保护区内无人干扰活动；b 保护区内很少有人类的干扰活动，对保护区内的水体、生物等资源只有小量开发利用；c 保护区内存在人类的干扰活动，对保护区内的水体、生物等资源的开发利用强度较大，资源的有效保护受到威胁；d 保护区内人类干扰活动的较严重，对保护区内的水体、生物等资源的开发过度，资源的有效保护受到较大威胁。
	B <sub>13</sub> 间接威胁：a 保护区与未开发生境毗邻或有通道与其相连或被其环绕；b 保护区部分周边地区尚有大部分未开发的生境；c 保护区周围地区大部分生境被开发；d 保护区已被开发的区域环绕。

注：a、b、c、d 4 个等级分布赋予 4、3、2、1 的分值。

### 3.2 建立评价体系的层次分析模型

自然保护区建立的目的主要在于其生态功能的发挥，而其生态功能又一般表现为生物多样性保护、景观生态状况改善、教育科研价值以及生态旅游价值 4 方面。以三江自然保护区湿地生态系统的生态功能作为总体目标层 (O)，准则层 (S) 由生物多样性保护 (S<sub>1</sub>)、景观生态状况改善 (S<sub>2</sub>)、教

育科研价值 (S<sub>3</sub>)、生态旅游价值 (S<sub>4</sub>) 4 项组成，准则层 (A) 中的各指标均由自然性 (A<sub>1</sub>)、代表性 (A<sub>2</sub>)、多样性 (A<sub>3</sub>)、稀有性 (A<sub>4</sub>)、适宜性 (A<sub>5</sub>)、生态脆弱性 (A<sub>6</sub>) 和人类威胁 (A<sub>7</sub>) 等 7 项 I 级评价指标构成，部分 I 级评价指标的 II 级和 III 级评价指标又分别构成 II 级和 III 级评价指标层，由此建立起如图 1 的层次分析模型。

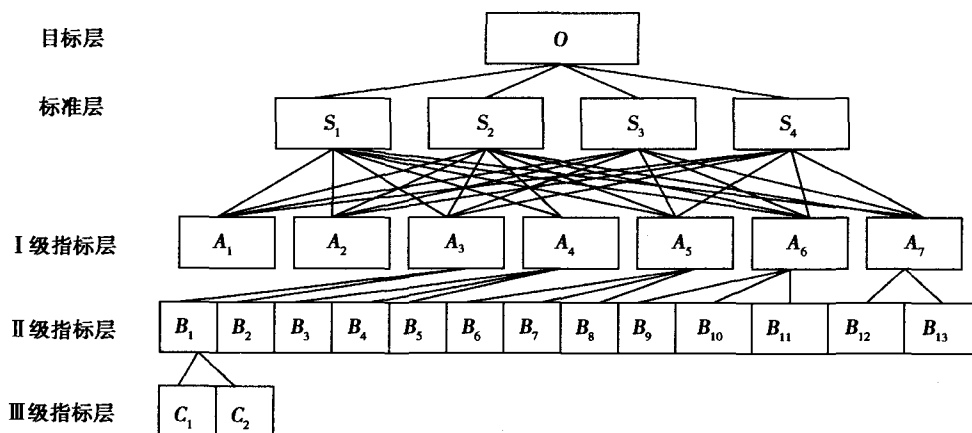


图 1 三江自然保护区生态评价层次分析模型

### 3.3 指标权重的确定

指标权重的确定依据 AHP 法的基本原理<sup>[8]</sup>，通过构造判断矩阵 A，并根据线性代数的知识即可

求出该判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{max}$  和它所对应的特征向量，而该特征向量即为各指标的权重。在实际研究中，因判断矩阵本身是将定性问题量化的结

果, 允许存在一定的误差, 所以对于判断矩阵最大特征值及其对应特征向量的计算并不需要追求很高的精度, 所以常用方根法和和积法这两种近似算法来计算<sup>[8]</sup>, 采用和积法。

表 2 判断矩阵的计算结果

矩阵	特征向量 $W$	$\lambda_{max}$	CI	RI	CR
$O-S$	[0.520 0, 0.266 8, 0.141 5, 0.071 7]	4.184 7	0.061 6	0.90	0.068 4 < 0.10
$S_1-A$	[0.084 4, 0.128 1, 0.358 1, 0.167 7, 0.092 7, 0.045 6, 0.123 4]	7.695 5	0.115 8	1.32	0.087 8 < 0.10
$S_2-A$	[0.184 5, 0.187 1, 0.092 4, 0.106 0, 0.100 7, 0.201 3, 0.127 9]	7.696 0	0.116 0	1.32	0.087 9 < 0.10
$S_3-A$	[0.108 3, 0.169 5, 0.349 5, 0.169 4, 0.075 5, 0.071 6, 0.056 1]	7.713 8	0.119 0	1.32	0.090 2 < 0.10
$S_4-A$	[0.171 6, 0.146 1, 0.181 8, 0.252 9, 0.101 6, 0.079 6, 0.066 4]	7.609 2	0.101 5	1.32	0.076 9 < 0.10
$A_3-B^*$	[0.583 3, 0.416 7]	—	—	0.00	—
$A_4-B$	[0.375 9, 0.172 0, 0.452 1]	3.054 1	0.027 1	0.58	0.046 6 < 0.10
$A_5-B$	[0.410 8, 0.137 9, 0.451 3]	3.000 7	0.000 4	0.58	0.000 6 < 0.10
$A_6-B$	[0.194 6, 0.268 0, 0.537 4]	3.024 7	0.012 4	0.58	0.021 3 < 0.10
$A_7-B^*$	[0.777 8, 0.2222]	—	—	0.00	—
$B_1-C^*$	[0.642 9, 0.3571]	—	—	0.00	—

注: 带 \* 的判断矩阵为 2 阶矩阵, 它们总是具有完全的一致性<sup>[8]</sup>。

根据 AHP, 首先制定判断矩阵表。用数字 1 ~ 9 及其倒数作为标度, 两指标在比较时用 5 种判断级, 即使用相等、较强、强、很强和绝对的强来表示差别程度, 相应地取值为 1、3、5、7 和 9。在两指标的差别介于二者之间时, 可分别取值 2、4、6、8。根据该规则, 通过专家评价填写指标判断矩阵表, 构造判断矩阵。运用和积法求出各判断矩阵的最大特征根及其所对应的特征向量, 再进行一致性检验 (表 2)。若判断矩阵的随机一致性比例 CR

< 0.10 时, 则判断矩阵具有满意的一致性。否则, 需要对判断矩阵进行调整<sup>[3]</sup>。为客观反映三江自然保护区湿地生态系统的生态状况, 征求了中国科学院湿地研究中心及长期从事该区湿地研究的专家意见, 在充分考虑其实际情况的基础上, 独立地对指标间的相对重要性进行打分, 构造判断矩阵并进行计算。根据表 2 的计算结果可得到各指标针对准则层 (S) 的权重值 (表 3)。

表 3 各指标的权重

指标	$S_1$ (0.520 0)	$S_2$ (0.266 8)	$S_3$ (0.141 5)	$S_4$ (0.0717)	权重				
$A_1$	0.043 9	0.049 2	0.015 3	0.012 3	0.120 7				
$A_2$	0.066 6	0.049 9	0.024 0	0.010 5	0.151 0				
$B_1$	0.108 6	0.014 4	0.0289	0.007 6					
$A_3$	$C_1, C_2$ 0.186 2	0.069 8, 0.038 8	0.024 7	0.009 3, 0.005 1	0.049 5	0.018 6, 0.010 3	0.013 0	0.004 9, 0.002 7	0.273 4
$B_2$	0.077 6	0.010 3	0.0206	0.005 4					
$B_3$	0.032 8	0.010 6	0.0090	0.006 8					
$A_4$	$B_4$ 0.087 2	0.015 0	0.028 3	0.004 9	0.024 0	0.0041	0.018 1	0.003 1	0.157 6
$B_5$	0.039 4	0.012 8	0.010 9	0.008 2					
$B_6$	0.019 8	0.011 1	0.004 4	0.003 0					
$A_5$	$B_7$ 0.048 2	0.006 6	0.026 9	0.003 7	0.010 7	0.001 5	0.007 3	0.001 0	0.093 1
$B_8$	0.021 8	0.012 1	0.0048	0.003 3					
$B_9$	0.004 6	0.010 5	0.002 0	0.010 1					
$A_6$	$B_{10}$ 0.023 7	0.006 4	0.053 7	0.014 4	0.001 1	0.002 7	0.005 7	0.001 5	0.093 2
$B_{11}$	0.012 7	0.028 9	0.0054	0.003 1					
$A_7$	$B_{12}$ 0.064 2	0.049 9	0.034 1	0.026 5	0.007 9	0.006 1	0.004 8	0.003 7	0.111 0
$B_{13}$	0.014 3	0.007 6	0.0018	0.001 1					

注: 表中括号内数值为其权重值。

3.4 单项指标评价得分

根据三江自然保护区的实际情况及资料统计结

果，对照评价指标及等级划分和赋值标准（表 1），可得到各评价指标的得分（表 4）。

表 4 各指标的得分

I 级指标	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>		A <sub>4</sub>			A <sub>5</sub>			A <sub>6</sub>			A <sub>7</sub>		
II (III) 级指标	—	—	B <sub>1</sub> (C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> )		B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>10</sub>	B <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>13</sub>
得分	4	3	(2, 4)		3	3	2	4	4	3	4	2	3	3	3	2

3.5 综合评价结果

综合评价结果可由综合评价指数反映出来。综合评价指数的计算采用多目标线性加权函数法<sup>[7]</sup>，其函数表达式为：

$$S = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 [\sum_{j=1}^n Z_j W_{ij}] W_i$$

式中，S 为综合评价指数；Z<sub>j</sub> 为第 j 项评价指标的评分值；W<sub>i</sub> 为准则层中第 i 项的权重；W<sub>ij</sub> 为准则层中第 i 项的第 j 项指标的权重；n 为评价指标数。根据表 3、表 4 及上式可得出各级评价指标及生态

评价的总得分（表 5）。

综合评价指数可作为评判自然保护区生态质量等级的依据，其值越大，说明生态质量越好。薛达元等<sup>[9]</sup>将自然保护区的综合评价指数划分为 5 个等级：0.86 ≤ S ≤ 1.00，生态质量很好；0.71 ≤ S ≤ 0.85，生态质量较好；0.51 ≤ S ≤ 0.70，生态质量一般；0.36 ≤ S ≤ 0.50，生态质量较差；S ≤ 0.35，生态质量很差。由表 5 可知，三江自然保护区湿地生态系统的综合评价指数为 0.789 1，表明该保护区的生态质量较好。

表 5 各指标的评价值

指标	S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>			S <sub>3</sub>			S <sub>4</sub>		得分			
A <sub>1</sub>	0.043 9		0.049 2			0.015 3			0.012 3		0.120 7			
A <sub>2</sub>	0.050 0		0.037 4			0.018 0			0.007 9		0.113 3			
B <sub>1</sub>	0.073 7		0.009 8			0.019 6			0.005 2					
A <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>	0.131 9	0.034 9,	0.038 8	0.017 5	0.004 7,	0.005 1	0.035 1	0.009 3,	0.010 3	0.009 3	0.002 5,	0.002 7	0.193 8
B <sub>2</sub>	0.058 2		0.007 7			0.015 5			0.004 1					
B <sub>3</sub>	0.024 6		0.008 0			0.006 8			0.005 1					
A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	0.071 5	0.007 5	0.023 3	0.002 5	0.019 8	0.002 1	0.014 9	0.001 6		0.129 5			
B <sub>5</sub>	0.039 4		0.012 8			0.010 9			0.008 2					
B <sub>6</sub>	0.019 8		0.011 1			0.004 4			0.003 0					
A <sub>5</sub>	B <sub>7</sub>	0.046 6	0.005 0	0.026 0	0.002 8	0.010 3	0.001 1	0.007 1	0.000 8		0.090 0			
B <sub>8</sub>	0.021 8		0.012 1			0.004 8			0.003 3					
B <sub>9</sub>	0.002 3		0.005 3			0.000 1			0.000 6					
A <sub>6</sub>	B <sub>10</sub>	0.016 6	0.004 8	0.037 8	0.010 8	0.006 2	0.002 0	0.004 0	0.001 1		0.064 6			
B <sub>11</sub>	0.009 5		0.021 7			0.004 1			0.002 3					
A <sub>7</sub>	B <sub>12</sub>	0.046 6	0.037 4	0.023 7	0.019 9	0.005 5	0.004 6	0.003 4	0.002 8		0.077 2			
B <sub>13</sub>	0.007 2		0.003 8			0.000 9			0.000 6					
S	0.405 1		0.214 9			0.110 2			0.058 9		0.789 1			

4 结论

4.1 确定的指标权重具有较强的科学性

由表 3、表 4 可以看出准则层中 S<sub>1</sub> 的制约性最强，S<sub>2</sub> 次之，S<sub>4</sub> 最弱，说明保护生物多样性和改善湿地生态景观是建立湿地自然保护区的目的，它们在综合评价中居主要地位，但教育科研价值和生态旅游价值也直接影响着保护区的建设和发展。

这与现阶段三江国家级自然保护区确定的保护该区湿地生态系统和生物多样性，并注重该区生物资源和生物多样性研究以及加强保护区的建设和有效管理的目标相一致。从指标层各指标对目标层的贡献来看，A<sub>3</sub> (0.273 4) 最大，A<sub>4</sub> (0.157 6)、A<sub>2</sub> (0.151 0) 次之，A<sub>1</sub> (0.120 7)、A<sub>7</sub> (0.111 0) 再次之，A<sub>6</sub> (0.093 2) 和 A<sub>5</sub> (0.093 1) 最小，这又进一步说明了保护湿地生态系统和生物多样性是建

立湿地自然保护区的目的之所在。

#### 4.2 评价结果具有较强的指导意义

评价结果表明,现阶段三江自然保护区湿地生态系统的综合评价指数为 0.789 1,表明该保护区的生态质量较好,能够满足保护区持续发展的需要。三江自然保护区自 2000 年晋升为国家级自然保护区,2002 年列入《国际重要湿地名录》以来,国家和地方都非常重视保护区的生态建设和有效管理,并使保护区的湿地生态系统和生物多样性得到有效保护。该评价结果有着较强的科学性,它对于今后加强保护区的有效管理和生态建设以及促进保护区的可持续发展均有着重要的指导意义。

#### 4.3 人类活动对保护区生态质量存在潜在威胁

从单项评价指标的得分(表 4)可以看出,人类活动对保护区存在严重威胁(直接威胁得 3 分,间接威胁得 2 分)。20 世纪 70 年代末,三江平原仍基本保持着原始的湿地景观。80 年代以来,随着机械化程度的提高和开发速度加快,保护区的湿地面积急剧减少且多呈碎片状分布<sup>[4]</sup>。三江自然保护区作为三江平原湿地生态系统的一部分,尽管目前对其保护得较完好,但其周边地区的部分湿地已被开发,部分湿地生境已趋破碎化,形成“生境岛屿”,这对于部分生物的生存构成潜在威胁。此外,保护区周边地区农业活动所使用的化肥和农药也会对生物的生存产生严重威胁。大量含 N、P 和有毒农药的农业退水随河流进入保护区,不仅会造成水体污染,而且会危害湿地生物。

为此建议:要进一步完善保护区的基础设施,

加强保护区的科学管理,并建立起比较完善的科研与管理体系;要加强宣传和法制教育,提高执法力度,严禁人为干扰和破坏,以保护完好自然状态的湿地生态系统。此外,要充分运用“3S”技术以加强湿地资源动态和湿地水文动态等方面的监测,为保护区的科学管理提供技术支撑。

#### 参考文献:

- [1] 陈宜瑜. 中国湿地研究 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995.
- [2] 唐焕文, 贺明峰. 数学模型引论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [3] 张超, 杨秉庚. 计量地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1991.
- [4] 张喜祥, 吴建平. 三江自然保护区自然资源研究 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2003.
- [5] 郑允文, 薛达元. 我国自然保护区生态评价指标和评价标准 [J]. 农村生态环境, 1994, (1): 22-25.
- [6] 张峰, 朱琳, 张建文, 等. 我国湿地生态质量评价方法的研究 [J]. 中国环境科学, 2000, 20 (增刊): 55-58.
- [7] 刘建, 郭建宏, 郭进辉, 等. 茫荡山自然保护区森林生态系统生态评价 [J]. 福建林学院学报, 2003, 23 (2): 106-110.
- [8] 徐建华. 现代地理学中的数学方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [9] 薛达元, 蒋明康. 中国自然保护区建设与管理 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995.
- [10] Smith P G R, J B Theberge. A review of criteria for evaluating natural areas [J]. Environ. Manage, 1986, 10 (6): 715-734.
- [11] Margules C R, M B Usher. Criteria used in assessing wildlife conservation potential—a review [J]. Biol. Conserv, 1981, 21: 79-109.

(上接第 42 页)

$$CI = 0 \quad RI = 0.90 \quad CR = CI / RI = 0$$

所以该矩阵无需调整。

由此得目标层 A 总复合排序结果为:

产业	原结构比	调整后结构比
林业	0.157	0.135
牧业	0.164	0.150
工业	0.393	0.440
渔业	0.113	0.099
农业	0.172	0.176

综上所述,一方面在理论上改进后的算法省略了求特征根与特征向量的繁琐计算,对一般的决策矩阵都可以进行试算,尤其对非满意或一致性差的

决策判断矩阵进行调整,从而提高其质量,更加符合客观实际;另一方面在应用实践上将不合理的(检验不合格)决策判断矩阵调整为主、客观满足一致性的矩阵,从而得到综合指标下经济发展的最佳比例结构。经与 2000 年后的统计预测数据比较,更具有客观现实的合理性。

#### 参考文献:

- [1] 高峻岭, 魏由庆, 许建新, 等. 陵县农村产业结构优化方案研究 [J]. 农业系统科学与综合研究, 1992, 8 (3): 213-216.
- [2] 李继乾, 张志敏. 层次分析中的一致性 [J]. 大学数学, 2004, 20 (4): 71-73.
- [3] 章志敏, 李继乾. 一类动态排序问题及其应用; 决策科学与层次分析法 [M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1992.