鄱阳湖国家湿地公园湿地生态系统健康评价研究

冯倩, 刘聚涛, 韩柳, 温春云, 胡芳

(江西省鄱阳湖水资源与环境重点实验室, 江西省水利科学研究院, 南昌 330029)

摘要:湿地生态系统与森林、海洋生态系统一起被称为地球三大生态系统,在维持地球生命和全球生态平衡方面具有不可替代的作用。对湿地生态系统健康进行评价,识别影响其健康的重要因子,可为湿地健康的诊断和湿地保护与管理提供依据。以鄱阳湖国家湿地公园湿地生态系统为研究对象,在充分考虑湿地实际情况的基础上,从湿地自然环境、整体功能和社会环境3个子系统选取21项评价指标,运用模糊综合评价法对湿地生态系统健康状况进行了综合分析。结果表明,鄱阳湖国家湿地公园生态系统健康度为0.619,处于第Ⅱ等级(健康);3个子系统中,湿地的自然环境和整体功能分别在0.431和0.540的程度上属于较健康状态,湿地的社会环境健康状况最差,在0.452的程度上属于疾病状态;制约因素主要有土壤性状、物种多样性、物质生产功能、环保投资指数、化肥使用强度、农药使用强度以及人口自然增长率。从评价结果分析来看,湿地自然环境和整体功能受到的影响虽然没有社会环境受到的影响大,但也应引起足够的重视,这两类指标属于长期指标,在短时间不会产生巨大变化。

关键词:鄱阳湖湿地公园;生态系统;健康评价;模糊综合评价

中图分类号:Q944 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2016)04-0048-07

对于湿地生态系统健康的概念,不同时期、不同学者以及不同机构有不同的见解。迄今为止还没有形成一个公认的定义和清晰的概念,大多是在生态系统健康概念的基础上结合湿地特点进行定义(鞠美庭等,2009)。崔保山和杨志峰(2002a)认为湿地生态系统健康是指系统内关键生态组分和有机组织保存完整,且缺乏疾病,在一定的时空尺度内对各种扰动能保持着弹性和稳定性,整体功能表现出多样性、复杂性、活力和相应的生产率,既可以自我持续发展,又具有提供特殊功能的能力。开展湿地生态系统健康评价,其目的是诊断由自然因素和人为因素引起的湿地生态系统的破坏或退化程度,并以此发出预警,为管理者和决策者提供依据,更好地利用、保护和管理好湿地(鞠美庭等,2009)。

国内对湖泊、河流及滨海等类型湿地生态系统健康评价已进行了广泛研究。杨丽芳等(2015)以压力-状态-响应模型为基础,构建了3个子系统包括27个指标的健康评价指标体系,确定了鸣翠湖湿地生态系统健康等级;林倩等(2010)从压力、环境状态及生物响应3方面构建指标体系,评估了辽

河口湿地生态系统健康状况,以期为湿地恢复和保护提供依据;何厚军等(2011)基于压力-状态-响应框架构建湿地生态系统健康评价指标体系,并运用熵权模糊物元方法对黄河三角洲的东营市河口区和垦利县湿地进行评价;王斌等(2012)以华北地区滨海湿地中的天津宁河七里海湿地为例,利用T L Saaty的标度法,构建了19项综合指标的湿地生态系统健康评价体系。可以看出,目前国内湿地健康评价中多选用指标体系法,该方法考虑到了自然与人类活动的耦合作用对湿地生态系统健康的影响,实现了生态、经济、社会三要素的整合。

鄱阳湖国家湿地公园是目前国内规划面积最大的湿地公园,依托中国最大淡水湖-鄱阳湖,于2008年规划、申报、并同时被批准为国家级湿地公园(国家林业局中南林业调查规划设计院和江西省林业调查规划研究院,2008)。江西省政府正逐步利用鄱阳湖品牌,大力发展鄱阳湖国家湿地公园旅游,随着旅游开发强度的不断增大,在旅游业正逐步成为当地支柱产业的同时,其生态系统健康状况应引起高度重视。因此,本文以鄱阳湖国家湿地公园为研究区,选取湿地自然环境、整体功能和社会环境3个子系统、21项评价指标,运用模糊综合评价法,探讨湿地生态系统的健康状况;旨在通过湿地生态系统健康评价,判断其评价年的健康状况,识别影响其健康的重要因子,为湿地保护与管理提供科学依据。

收稿日期:2015-09-28

基金项目:国家自然科学基金(51409133);江西省科技计划项目(20122BBG70076);江西省水利厅科技项目(KT201201;KT201406)。

作者简介:冯倩,1981年生,女,高级工程师,博士,主要研究方向为污染生态与环境工程。E-mail:fengq1981@163.com

1 研究区概况

鄱阳湖接纳赣江、抚河、信江、饶河、修水来水,流域面积占江西省国土面积的 93.9%,提供众多生态服务功能,具有举足轻重的社会、经济、生态效应,已被列入国际重要湿地名录(王晓鸿等,2004)。鄱阳湖湖口受长江水位顶托和“五河”来水影响,呈现丰水期和枯水期周期性交替的独特水文节律,全年干湿交替的洲滩湿地面积(2 698 km²)约占全湖正常水位面积(3 283 km²)的 82%(鄱阳湖研究编委会,1988;王江林和万慧霖,2000)。

鄱阳湖国家湿地公园位于江西省北部、上饶市西部、鄱阳湖东岸、饶河与漳田河的交汇处;公园以自然的鄱阳湖、河流、草州、泥滩、岛屿、泛滥地、池塘湿地为主体景观,湿地资源丰富,类型众多,极具代表性;总面积为 36 285 hm²,其中湿地总面积为 35 116 hm²,占土地总面积的 96.8%(国家林业局中南林业调查规划设计院和江西省林业调查规划研究院,2008)。

2 评价指标体系与评价方法

2.1 评价指标体系的构建

鄱阳湖湿地公园生态系统具体典型性和复杂性,本研究参考有关湿地生态系统健康评价指标体系(崔保山和杨志峰,2002a;汪朝辉等,2003),考虑包括自然和人文等诸多因素的影响变化,主要从湖泊湿地自然环境、整体功能、社会环境 3 大类指标来进行构建,共选取了 21 个指标,最终构建了 3 个指标层次的湖泊湿地生态系统健康评价指标体系详见表 1。

2.2 评价方法和标准

2.2.1 评价方法 湿地生态系统健康评价涉及的指标众多,且大多具有模糊性,优劣程度难以确定,故采用模糊综合评价法进行评价(解莉,2007)。权重确定采用层次分析法,咨询相关专家,构造了各层次的判断矩阵,利用 AHP 软件 Yaahp 6.0 分析计算(杨柳等,2013)。

2.2.2 评价标准 依据湖泊湿地生态系统健康评价标准,参照崔保山和杨志峰(2002b)对于其他区域湿地生态系统健康评价等级的划分标准,将鄱阳湖湿地公园生态系统划分为很健康(0.8~1.0)、健康(0.6~0.8)、较健康(0.4~0.6)、一般病态(0.2~0.4)与疾病(0.0~0.2)共计 5 个评价等级。根

据国家相关标准和湿地各属性的临界水平,参考相关文献并结合湿地公园实际情况,确定了鄱阳湖湿地公园生态系统健康评价分级标准(表 2)。

表 1 鄱阳湖湿地公园生态系统健康评价指标体系

Tab. 1 Ecosystem health assessment system of Poyang Lake Wetland Park

综合指标层 (A)	亚类指标层 (B)	单项指标层 (C)
生 态 系 统 健 康 指 标	B ₁ 自然 环境健康 指标	C ₁ 优势植被覆盖率
		C ₂ 水质状况
		C ₃ 水体富营养化程度
		C ₄ 土壤性状
		C ₅ 物种多样性
		C ₆ 湿地面积的退化
		C ₇ 湖泊淤积程度
		C ₈ 湿地受胁状况
健 康 指 标	B ₂ 整体 功能健康 指标	C ₉ 洪水调控
		C ₁₀ 水量调节
		C ₁₁ 水质净化
		C ₁₂ 物质生产
		C ₁₃ 休闲娱乐
评 价 指 标	B ₃ 社会 环境健康 指标	C ₁₄ 环保投资指数
		C ₁₅ 污水处理率
		C ₁₆ 物质生活指数
		C ₁₇ 人口自然增长率
		C ₁₈ 化肥施用强度
		C ₁₉ 农药施用强度
		C ₂₀ 湿地管理水平
标	C ₂₁ 政策法规贯彻力度	

2.3 评价指标现状值与数据来源

根据实地监测与考查及文献查阅得出各评价指标的现状结果(表 3)。

3 湿地生态系统健康评价

3.1 权重确定

根据鄱阳湖湿地公园生态系统指标的现实状况,对于构建的指标体系中各亚类指标因子和各单项指标层因子,通过比较两两因子其重要性程度,做出相应重要性程度的判断矩阵,参考杨柳等(2013)的方法,得出亚类指标层的指标因子相对于湖泊湿地生态系统健康综合指标层的权重向量,同时也得到各单项指标相对于各亚类指标层的权重(表 4)。

3.2 健康评价

模糊综合评价法将定性与定量相结合、精确与非精确相统一,将多个因素联系起来进行综合评定(朱卫红等,2012)。本文将评价体系 3 大类指标现状值带入隶属度计算公式计算,得到各自的隶属矩阵:

表2 鄱阳湖湿地公园生态系统健康评价分级标准

Tab.2 Thresholds for the Poyang Lake Wetland Park ecosystem health evaluation

指标	项目	健康等级				
		很健康(Ⅰ)	健康(Ⅱ)	较健康(Ⅲ)	一般病态(Ⅳ)	疾病(Ⅴ)
C_1	优势植被覆盖率	植被覆盖度高,基本无裸露土地	植被覆盖度较高,偶尔地裸露	植被覆盖度一般,呈斑块状	植被覆盖度较低,呈星状	植被覆盖度极低,大片土地裸露
C_2	水质状况	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ或劣Ⅴ
C_3	水体营养程度	贫-中	中-富	富	较重富	严重富
C_4	土壤性状	有机质含量大于1.5%,养分含量很高,土壤物理性状很好,保水保肥性能很强	有机质含量1.3%~1.5%,养分含量较高,土壤物理性状较好,保水保肥性能比较强	有机质含量1.1%~1.3%,养分含量一般,土壤物理性状一般,保水保肥性能一般	有机质含量0.9%~1.1%,养分含量较少,保水保肥性能比较差,土壤出现盐渍化现象	有机质含量小于0.9%,养分含量很少,保水保肥性能很差,土壤盐渍化较普遍
C_5	物种多样性/%	>40	30~40	20~30	10~20	<10
C_6	湿地退化面积/%	<5	5~15	15~25	25~35	>35
C_7	湖泊淤积程度	稳定,基本上没有淤积	零星淤积,对湖泊蓄水有轻微影响	中等淤积,对湖泊蓄水有一定影响	淤积较为显著,对湖泊蓄水有较大程度影响	淤积很强烈,影响湖泊基本功能
C_8	湿地受胁状况	无过度渔猎、割草、捡鸟蛋、垦殖等现象	有渔猎、割草现象,但很适宜,无捡鸟蛋、垦殖等现象	过渡渔猎、割草,无垦殖现象	渔猎、割草强度大,垦殖、捡鸟蛋等现象严重	过渡渔猎、割草、捡鸟蛋、垦殖
C_9	洪水调控	调控能力强,基本无附加工程费用	在筑堤后有较强的调控能力	需有筑堤,水库和滞洪区配合,才有较强的调控能力	没有明显的调控能力,工程附加费用大	不能调控洪水
C_{10}	水量调节	供水、补水能力在提高	筑堤后,补水能力在增强	附加人工设施后,供水、补水能力增加	供水、补水能力弱,且在不断减少	不能供水、补水
C_{11}	水质净化	净化功能强大稳定,对污染物纳污能力在Ⅰ级标准之上	净化能力较好,对污染物纳污能力达到Ⅰ-Ⅱ级标准	净化能力一般,对污染物纳污能力达到Ⅱ-Ⅲ级标准	净化能力较差,对污染物纳污能力达到Ⅲ-Ⅳ级标准	净化能力很差,对污染物纳污能力在Ⅴ级标准之下
C_{12}	物质生产	水产品年收获量增加,一般大于6%	年收获量保持稳定增加,增加率2%~6%	水产品年收获变化率-2%~2%	水产品年收获量逐年减少,减少率为2%~6%	水产品年收获量减少幅度较大,减少率大于6%
C_{13}	休闲娱乐	景观、美学价值极高,休闲娱乐日在增加	有较长的休闲娱乐日数	在特定时段内有休闲娱乐日	休闲娱乐日较少,景观学价值不高	没有休闲娱乐日,没有景观、美学价值
C_{14}	环保投资指数/%	>2.5	2.5~2.0	2.0~1.5	1.5~1.0	<1.0
C_{15}	污水处理率/%	>80	80~70	70~60	60~50	<50
C_{16}	物质生活指数	>4500	4000~4500	3000~4000	2000~3000	<2000
C_{17}	人口自然增长率/%	<0.5	0.5~0.55	0.55~0.6	0.6~0.65	>0.65
C_{18}	化肥施用强度	<200	200~250	250~350	350~450	>450
C_{19}	农药施用强度	<2.5	2.5~3.0	3.0~4.0	4.0~4.5	>4.5
C_{20}	湿地管理水平	管理机构合理,人员素质高	管理机构较合理,人员素质较高	有相应管理机构,但管理人员缺乏必要培训	人员素质不高,管理不善	管理落后或无完善管理机构
C_{21}	政策法规贯彻力度	全面贯彻,积极落实	比较认真贯彻了应有的政策法规	部分政策法规得到落实、贯彻	简单对付,不认真对待	完全搁置

表 3 评价指标现状值与数据来源
Tab.3 Status of each evaluating indicator and the data sources

指标	项目	量化标准	评价数据	数据来源	对应等级
C_1	优势植被覆盖率	植被覆盖情况	植被覆盖度较高	调查	II
C_2	水质状况	国家标准	III类水	实地监测	III
C_3	水体营养程度	水中氮磷含量	贫营养	实地监测	I
C_4	土壤性状	土壤中有有机质含量	0.0105	祝建霞, 2010	IV
C_5	物种多样性	湿地生态系统的植物种类占整个生物地理区湿地植物种数的百分比	0.2323	祝建霞, 2010	III
C_6	湿地退化面积	湿地面积退化率	0.131	祝建霞, 2010	II
C_7	湖泊淤积程度	湖泊的稳定状况及泥沙的淤积程度。	中等淤积,对湖泊蓄水有一定影响	考察调查	III
C_8	湿地受胁状况	湿地内人类的各种扰动为基础,包括过度渔猎、割草、捡鸟蛋、垦殖等胁迫因子	有渔猎、割草现象,但很适宜,无捡鸟蛋、垦殖等现象	考察调查	II
C_9	洪水调控	湿地面积减少造成的湿地蓄水量减少,洪水时期所能容纳水量的减少量需人为增加投入来预防洪涝灾害所产生费用	需有筑堤,水库和滞洪区配合,才有较强的调控能力	考察调查	III
C_{10}	水量调节	供水能力强弱	附加人工设施后,供水、补水能力增加	考察调查	III
C_{11}	水质净化	水体纳污能力	污染物纳污能力在III级标准左右	金国花等, 2011	III
C_{12}	物质生产	年产卵量的变化率	年均减少0.5%	姜红, 2013	III
C_{13}	休闲娱乐	娱乐天数的增加或减少	有较长的休闲娱乐日数	考察调查	II
C_{14}	环保投资指数	环保投入占GDP的比重	0.0053	统计数据	IV
C_{15}	污水处理率	生活污水处理率	0.745	统计数据	II
C_{16}	物质生活指数	农民人均纯收入水平	3 804 元/a	统计数据	III
C_{17}	人口自然增长率	一定时期内人口自然增长数与该时期内平均人口数之比	0.79%	统计数据	V
C_{18}	化肥施用强度	年均单位面积施用化肥量	443.8 kg/hm ²	统计数据	IV
C_{19}	农药施用强度	年均单位面积施用农药量	14.9 kg/hm ²	统计数据	V
C_{20}	湿地管理水平	湿地管理队伍的整体水平	有相应管理机构,但管理人员缺乏必要培训	调查	III
C_{21}	政策法规贯彻力度	接受到相关政策法规的人员占总人口的比例	部分政策法规得到落实、贯彻	调查	III

R_1 为自然环境健康指标隶属矩阵;

R_2 为整体功能健康指标隶属矩阵;

R_3 为社会环境健康指标隶属矩阵。

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 \\ 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.25 & 0.75 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.82 & 0.18 & 0.00 \\ 0.00 & 0.69 & 0.31 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 \\ 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 \\ 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 \\ 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 \\ 0.00 & 0.13 & 0.87 & 0.00 & 0.00 \\ 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.48 & 0.52 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.07 & 0.93 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.44 & 0.56 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.01 & 0.99 \\ 0.00 & 0.95 & 0.05 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 \\ 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0.00 \end{bmatrix}$$

表4 鄱阳湖湿地公园生态系统健康评价指标权重

Tab.4 Weight of each indicator for the Poyang Lake National Wetland Park ecosystem health evaluation system

综合指标层(A)	亚类指标层(B)	权重	单项指标层(C)	权重
生态系统健康评价	自然 环境 健康 指标	0.545	C ₁ 优势植被覆盖率	0.032
			C ₂ 水质状况	0.114
			C ₃ 水体富营养化程度	0.092
			C ₄ 土壤性状	0.014
			C ₅ 物种多样性	0.099
			C ₆ 湿地面积的退化	0.117
			C ₇ 湖泊淤积程度	0.027
			C ₈ 湿地受胁迫状况	0.050
	B ₂ 整体 功能 健康 指标	0.273	C ₉ 洪水调控	0.122
			C ₁₀ 水量调节	0.029
			C ₁₁ 水质净化	0.079
			C ₁₂ 物质生产	0.035
			C ₁₃ 休闲娱乐	0.009
	B ₃ 社会 环境 健康 指标	0.182	C ₁₄ 环保投资指数	0.024
			C ₁₅ 污水处理率	0.059
			C ₁₆ 物质生活指数	0.006
			C ₁₇ 人口自然增长率	0.005
			C ₁₈ 化肥施用强度	0.013
			C ₁₉ 农药施用强度	0.013
			C ₂₀ 湿地管理水平	0.030
			C ₂₁ 政策法规贯彻力度	0.033

将上述隶属度矩阵及权重带入到模糊综合评判模型中,得到如下结果。

自然环境健康指标评判结果: $B_1 = A_1 \times R_1 =$
(0.080 0.372 0.431 0.116 0.000)

整体功能健康指标评判结果: $B_2 = A_2 \times R_2 =$
(0.008 0.242 0.540 0.210 0.000)

社会环境健康指标评判结果: $B_3 = A_3 \times R_3 =$
(0.000 0.163 0.200 0.185 0.452)

综合评判结果: $B = A \times R = A \times (B_1, B_2, B_3)^T$
=(0.045 0.299 0.426 0.154 0.082)

综合评分值: $H = B \times C^T = 0.619$

4 分析与讨论

鄱阳湖国家湿地公园生态系统健康度为0.619。根据生态系统健康等级划分标准,目前鄱阳湖湿地公园湿地生态系统健康属于第Ⅱ等级(健康)。根据隶属度可知,该生态系统在0.045的程度上属于很健康状态,在0.299的程度上属于健康状态,在0.426的程度上属于较健康状态,在0.154的程度上属于一般病态,在0.082的程度上属于疾病状态。从子系统层面上来看,湿地的自然环境和整体功能分别在0.431和0.540的程度上属于较健康

状态;湿地的社会环境健康状况最差,在0.452的程度上属于疾病状态,但由于社会健康指标的权重较低(表4),对综合评价结果影响较小。从隶属度评价矩阵上来看,在自然环境健康子系统里,制约因素主要为土壤性状和物种多样性;在整体功能健康子系统中,制约因素主要是物质生产功能;在社会环境子系统中,制约因素主要有环保投资指数、化肥使用强度、农药使用强度以及人口自然增长率等。

从以上数据分析可以看出,鄱阳湖湿地公园湿地生态系统综合健康状况受到了较轻微影响。原因主要来自2个方面:(1)自然因素,包括土壤性状和物种多样性2个主要影响因子。鄱阳湖国家湿地公园在发展旅游后其环境所受的影响在逐步加大,大量的施工以及践踏对土壤性状将产生一定影响;同时,人类的参与可能会破坏原有的正常生态圈,影响某些物种的生存。可以想象,随着旅游人数的逐年增多,自然环境可能会逐渐恶化,使生态系统的功能逐渐降低,社会经济利益也将越来越低。(2)社会环境因素,包括环保投资指数、化肥使用强度、农药使用强度以及人口自然增长率等。目前,居民的环境保护意识还很淡薄,为追求高效高产的农业模式,生产过程中会施用大量的农药化肥,致使农业面源污染排放量日益增加,而环境污染治理投入和环境管理与污染防治科技投入跟不上经济的发展,其后果是在增加经济效益的同时,进一步使湿地生态环境不断恶化;同时,该地区的人口自然增长率也很高,进一步加大了对生态环境的压力,应适度控制人口增长。因此,在湿地公园旅游开发与建设过程中,要重视改善这些制约因子,提高湿地生态系统健康水平,完善湿地的生态服务功能,实现湿地环境、社会和经济的可持续发展。

5 结语

虽然目前鄱阳湖湿地公园湿地生态系统健康处于第Ⅱ等级(健康),但必须注意到湿地的社会环境健康状况最差,巨大的经济利益会促使多方更多地关注经济效益,对当地旅游的可持续发展有一定的阻碍作用,所以在制定对策时要重点考虑。湿地自然环境和整体功能受到的影响虽然没有社会环境影响大,但也应引起足够的重视,这2类指标属于长期效应指标,在短时间不会产生巨大变化。湿地旅游开发与保护是对立统一的,在对湿地进行旅游开发时,要同时考虑到对其的保护,确保区域生态经济的可持续发展。

参考文献

- 崔保山,杨志峰,2002a. 湿地生态系统健康评价指标体系 I:理论[J]. 生态学报, 22(7): 1005 - 1011.
- 崔保山,杨志峰,2002b. 湿地生态系统健康评价指标体系 II:方法与案例[J]. 生态学报, 22(7): 1231 - 1239.
- 国家林业局中南林业调查规划设计院,江西省林业调查规划研究院,2008. 江西鄱阳湖国家湿地公园总体规划(2008 - 2015)[R].
- 何厚军,刘学工,韩琳,等,2011. 基于遥感图像的湿地生态系统健康评价[J]. 测绘工程, 20(5): 45 - 48.
- 姜红,刘礼堂,郑喜森,2013. 鄱阳湖水域渔业资源现状调查及主要保护对策[J]. 渔业现代化, 40(1): 68 - 72.
- 解莉,2007. 衡水湖湿地生态系统健康评价及恢复研究[D]. 保定:华北电力大学.
- 金国花,谢冬明,邓红兵,等,2011. 鄱阳湖水文特征及湖泊纳污能力季节性变化分析[J]. 江西农业大学学报, 33(2): 388 - 393.
- 鞠美庭,王艳霞,孟伟庆,等,2009. 湿地生态系统的保护与评估[M]. 北京:化学工业出版社.
- 林倩,张树深,刘素玲,2010. 辽河口湿地生态系统健康诊断与评价[J]. 生态与农村环境学报, 26(1): 41 - 46.
- 鄱阳湖研究编委会,1988. 鄱阳湖研究[M]. 上海:上海科学技术出版社.
- 汪朝辉,王克林,许联芳,2012. 湿地生态系统健康评估指标体系研究[J]. 国土与自然资源研究, (4): 63 - 64.
- 王斌,郭胜华,张震,等,2012. 华北地区滨海湿地生态系统健康评价体系构建研究[J]. 中国环境监测, 28(4): 29 - 33.
- 王江林,万慧霖,2000. 鄱阳湖湿地植被的生物多样性及其保护和利用[J]. 环境与开发, 15(4): 19 - 21.
- 王晓鸿,樊哲文,崔丽娟,等,2004. 鄱阳湖湿地生态系统评估[M]. 北京:科学出版社.
- 杨丽芳,钟艳霞,李小宇,2015. 基于 PSR 模型的鸣翠湖湿地生态系统健康评价[J]. 水生态学杂志, 36(3): 38 - 43.
- 杨柳,于文江,曹丽,等,2013. 基于层次分析法的火山灾害损失影响因素权重分析[J]. 防灾减灾学报, 29(1): 69 - 73.
- 朱卫红,郭艳丽,孙鹏,等,2012. 图们江下游湿地生态系统健康评价[J]. 生态学报, 32(21): 6609 - 6618.
- 祝建霞,2010. 鄱阳湖国家湿地公园旅游环境影响评价研究[D]. 南昌:江西财经大学.

(责任编辑 万月华)

Ecosystem Health Assessment of Poyang Lake National Wetland Park

FENG Qian, LIU Ju-tao, HAN Liu, WEN Chun-yun, HU Fang

(Jiangxi Key Laboratory of Poyang Lake Water Resources and Environment, Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, P. R. China)

Abstract: The wetland ecosystem is one of the three major types of ecosystem, together with terrestrial and aquatic ecosystems, and plays a crucial role in the maintenance of life and the global ecological balance. Evaluating the health of a wetland ecosystem and identifying the important factors affecting health provides the basis for diagnosing ecosystem health and for protecting and managing wetlands. Poyang Lake National Wetland Park is the largest wetland park in China and contains a diversity of wetland landscapes and resources. Tourism in Poyang Lake National Wetland Park has developed to become the pillar of the local economy and the ecosystem is under intense pressure. In this study, a health assessment index for the wetland was developed. To consider all aspects of the wetland, 21 indices grouped in three sub-systems (wetland natural environment, social economic environment and overall function) were adopted and an evaluation method based on fuzzy logic was used to comprehensively evaluate wetland health. Results show that the wetland ecosystem of Poyang Lake Wetland Park is healthy (level II), with an ecosystem health index of 0.619. In terms of the three subsystems, the natural environment and the overall function of the wetland ecosystem were in a sub-healthy state, while the social environment of the wetland was unhealthy. The primary factors limiting wetland ecosystem health includes soil properties, species diversity, material production, environmental protection investment, chemical fertilizer use intensity, pesticide use intensity and population growth. Although the limiting factors affected the wetland natural environment and overall function less than the social environment, they must also receive attention because the natural environment and the overall function are long-term indicators and do not change markedly over the short term.

Key words: Poyang Lake Wetland Park; ecosystem; health assessment; fuzzy comprehensive evaluation