

· 环境评价 ·

基于AHP法白洋淀湿地生态评价

Ecological Evaluation of Baiyangdian Wetland by AHP Method

张 彪^{1,2}, 赵志轩^{2,3}, 郝采莲^{1,2}

(1. 河北工程大学城市建设学院 邯郸 056038);

(2. 中国水利水电科学研究院水资源研究所 北京 100038); (3. 天津大学建筑工程学院 天津 300072)

摘要 以白洋淀湿地为研究对象, 采用层次分析法对湿地进行生态评价。结果表明: 湿地最主要的功能是生态服务功能(0.64); 其次是生态保护功能(0.26); 再次是资源功能(0.1)。单项指标中最重要的缓洪滞沥功能(0.31), 其次为土地资源功能(0.004)。最后, 通过计算湿地综合评价指数($CEI=0.58$), 根据自然保护区生态环境质量分级标准, 得到湿地生态质量等级为一般。

关键词 白洋淀湿地 Analytic Hierarchy Process (AHP) 生态评价 综合评价指数

Abstract As the object of study, Analytic Hierarchy Process(AHP) method was used for the Baiyangdian wetland ecological evaluation. The evaluation results show that the weights of evaluation indexes of the ecological service function is 0.64, the ecological protection function is 0.26, and the resources function is 0.1. The weight of homogenization flood function is 0.31. The weight of land resources function is 0.004. They are the maximum and minimum value in the single index divided. According to ecological evaluation criteria and standards for nature reserve, by calculating the comprehensive evaluation index ($CEI=0.58$) obtains the ecological quality grade is general.

Key words Baiyangdian Wetland Analytic Hierarchy Process(AHP) Ecological Evaluation Comprehensive Evaluation Index

湿地与人类的生存、发展、繁衍息息相关, 是自然界最富生物多样性的生态景观, 也是人类最重要的生存环境之一^[1]。白洋淀湿地是华北地区最大的淡水湖泊, 素有华北明珠之称。由于地理位置特殊, 白洋淀湿地在涵养水源、缓洪滞沥、调节区域气候、维持物种多样性等方面发挥着重要作用^[2]。同时它也是社会可持续发展的重要物质基础, 具有重大保护意义。自20世纪60年代以来, 受自然和人为活动双重影响湿地正在迅速退化^[3]并且面临着一系列严重生态问题: 水源不足, 干淀频繁, 湖泊萎缩, 生物多样性减少等^[4,5]。湿地生态评价是湿地可持续发展及管理保护的基础^[6], 为维护白洋淀湿地资源的可持续开发利用,

确保其生态系统的安全, 并为白洋淀湿地的管理和保护提供科学依据, 因此白洋淀湿地的生态评价研究及其重要。

1 研究区域概况

白洋淀湿地是华北平原最大的淡水湖, 位于河北省中部, 隶属安新、雄县、容城、任丘、高阳五县管辖, 地理范围为 $N38^{\circ} 43' \sim N39^{\circ} 02'$, $E115^{\circ} 38' \sim E116^{\circ} 7'$ 之间。白洋淀湿地南北宽28.5 km, 东西长39.5 km, 总面积366 km², 从北、西、南3面接纳瀑河、唐河、漕河、潞龙河等河流, 平均蓄水量13.2亿m³。白洋淀湿地是由143个大小淀泊和3 700余条壕沟组成, 其中以白

收稿日期: 2010-12-29

项目基金: 国家重点基础研究发展973计划专题(2006CB403402-3); 国家“十一五”科技支撑项目资助(2006BAB04A16)。

作者简介: 张 彪(1985-), 男, 硕士研究生。研究方向: 湿地生态水文。E-mail: zhangb10@126.com

洋淀,烧车淀,马棚淀,藻口淀等较大。白洋淀湿地属于东部季风区暖温带半干旱区,四季分明,多年平均降水量为524.9 mm,年内分配极不均匀,多分布在6~8月3个月内,占全年降水量的80%,且多以暴雨的形式出现。淀区多年平均气温12.1℃,极端最低气温为-26.7℃,极端最高气温为40.7℃。

2 研究方法

本文运用常用的层次分析法(简称AHP法)对湿地进行生态评价。湿地生态评价是受多因子影响的一个过程,用层次分析法进行评价不但可行,而且具有简单、有效、适用的特点^[7]。AHP法是利用分层的原理能将复杂问题进行系统化、层次化^[8]。首先建立评价指标体系,然后通过确定判断矩阵按照一定的规则计算各因子

相对于上层因子的权重,最后逐层推算全部因子对总目标层的权重。在各层判断矩阵中计算因子权重的同时要进行一次一致性检验,达到满意后才可进行层次单排序,否则就要重建判断矩阵直到满意为止。

3 白洋淀湿地生态评价

3.1 指标体系的选取及建立

根据白洋淀湿地实际情况,根据指标选取的兼顾性原则、可持续性原则、易操作性原则、系统性原则,建立白洋淀湿地生态评价体系^[9-11]。分为总目标层(A),对白洋淀湿地进行生态评价;综合评价层(B),采用湿地生态服务功能 B_1 、湿地生态保护功能 B_2 、湿地资源功能 B_3 反映总目标层的价值;指标评价层(C),是综合评价层的具体指标。确定的具体指标一共16个,见图1。

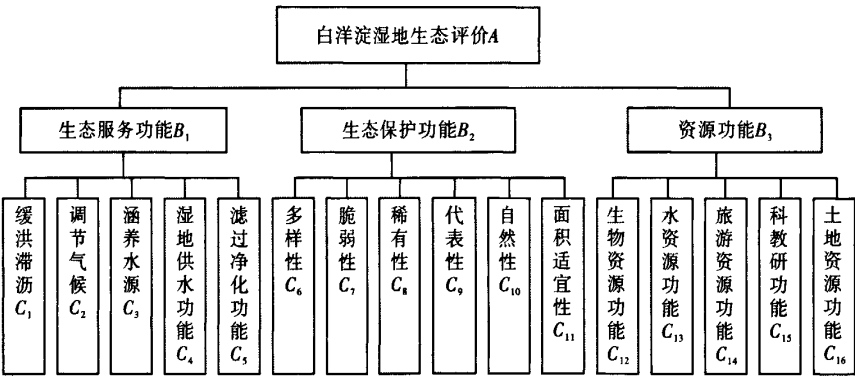


图1 白洋淀湿地生态评价层次结构

3.2 判断矩阵的构造及一致性检验

对总目标层A和综合评价层 $B(B_1, B_2, B_3)$ 构建判断矩阵,根据专家建议得到湿地生态服务功能比生态保护功能略微重要,湿地资源功能不是很重要。运用标度法得到判断矩阵见表1。经过计算得到矩阵最大特征值为3.038。再计算一致性指标CI(Coincident Index),得到 $CI=0.019\ 25$ 。然后按确定平均一致性指标RI(Mean Randomly Consistency Index),根据 $CR=CI/RI$ 计算得到随机一致性比值CR(Randomly Consistency Ratio), $CR=0.033\ 19\leq 0.1$,可见矩阵满足一致性。同理

表1 总目标层对于综合评价层各相关因子的判断矩阵

A	B ₁	B ₂	B ₃	权重	排序
B ₁	1	3	5	0.636 977	1
B ₂	1/3	1	3	0.258 309	2
B ₃	1/5	1/3	1	0.104 714	3
$\lambda_{max}=3.038$				CI=0.019 25	RI=0.580 0
				CR=0.033 19≤0.1	

构建综合评价层B对具体指标层C的判断矩阵。依次计算最大特征值、归一化特征向量,各要素层对于综合评价层的计算结果见表2。

表2 各要素层对于相应各评价层特征向量及一致性检验

矩阵	特征向量	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR
B_1-C	[0.8850,0.3973,0.2899,0.1472,0.0733]	5.2109	0.052725	1.12	0.0471
B_2-C	[0.7688,0.4949,0.3153,0.1986,0.1385,0.0775]	6.1584	0.03168	1.24	0.0255
B_3-C	[0.8240,0.4980,0.2488,0.1256,0.0649]	5.3016	0.0754	1.12	0.0673

3.3 各评价因子排序

根据各个判断矩阵，计算评价指标对总目标层的权重，并进行排序见表3。根据归一化权重

值把16个指标划分为重要指标(≥ 0.1)、次重要指标(0.06~0.1)和一般指标(≤ 0.06)三类见图2。

表3 各评价因子的权重及排序

参加项	B_1	B_2	B_3	各因子权重	排序
目因子	0.636 977	0.258 309	0.104 714		
C_1	0.485 051			0.308 966	1
C_2	0.225 393			0.143 57	2
C_3	0.164 464			0.104 76	3
C_4	0.083 508			0.053 193	6
C_5	0.041 584			0.026 488	10
C_6		0.385 634		0.099 613	4
C_7		0.248 244		0.064 124	5
C_8		0.158 156		0.040 853	8
C_9		0.099 619		0.025 732	11
C_{10}		0.069 472		0.017 945	12
C_{11}		0.038 874		0.010 042	14
C_{12}			0.470 239	0.049 241	7
C_{13}			0.279 062	0.029 222	9
C_{14}			0.141 985	0.014 868	13
C_{15}			0.071 677	0.007 506	15
C_{16}			0.037 037	0.003 878	16

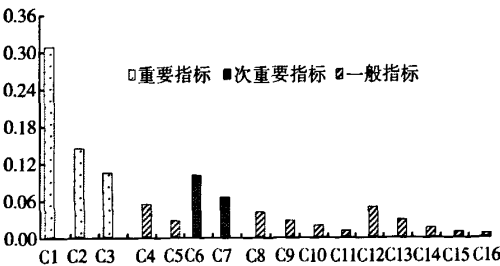


图2 白洋淀湿地评价因子指标划分

3.4 综合评价

为了进一步反应白洋淀湿地生态评价结果，本文继续采用最常用的综合评价指数(CEI)来反映生态现状，其公式为： $CEI = 1/4 \sum (I_i W_i)$ 式

中： I_i 为单项指标评价的值， W_i 评价指标的权重^[12]。参照自然保护区综合评价指数分级标准CEI分为5个等级^[13]： $0.85 \leq CEI \leq 1.00$ ，生态质量很好； $0.7 \leq CEI < 0.85$ ，生态质量较好； $0.55 \leq CEI < 0.7$ ，生态质量一般； $0.4 \leq CEI < 0.55$ ，生态质量较差； $CEI < 0.4$ ，生态质量很差。把每个指标分4个等级，赋值1~4分。将各个评价指标赋分标准做成问卷调查向有关学者专家征求每个指标的得分，将得到的各项指标分数平均后计算出综合评价指数。经计算得到 $CEI = 0.58$ ，因为 $0.55 \leq 0.58 \leq 0.7$ ，所以白洋淀湿地生态环境质量一般，有向较差发展的趋势。

4 结论

本文运用层次分析法对白洋淀湿地进行了生态评价,湿地综合评价指数是0.58,总体生态环境质量一般,且有向较差发展的趋势。结果表明:通过确定单项指标权重得到湿地最主要的功能是生态服务功能(0.64);其次是生态保护功能(0.26);最后是资源功能(0.1)。单项指标中最重要的是缓洪滞沥功能(0.31),其次是调节气候(0.14),最次为土地资源功能(0.004),其次是科教功能(0.08)。权重经过归一划分,其中重要指标3个,次重要指标11个,一般指标两个。从1956年至今,白洋淀湿地对几次大洪水进行了很好的调节,缓洪滞沥作为首要功能将继续发挥生态服务作用。由于气候和人类活动双重影响的作用下,最近几十年白洋淀频繁发生干淀,降低了其生物多样性,自然性,湿地面积,稀有性,代表性,增加了白洋淀的脆弱性。也对资源功能产生了严重影响,例如鱼类减产,水质恶化等。在高强度人类活动的今天,为维护白洋淀湿地资源的可持续利用,生态保护功能的正常发挥,确保其生态系统的安全,必须要提出可持续发展的实施方案和具体保护措施。

(上接第55页)

7 结语

本项目运用景观生态学、景观资源学和恢复生态学等相关领域研究成果,充分利用现有的自然条件和场地特征,通过景观生态规划来改善星云湖南岸的空间布局,恢复星云湖南岸生态功能,解决星云湖流域现有的突出问题。预期规划实施后将重现人与自然和谐的可持续性湖滨生态湿地景观,同时星云湖水质将达到Ⅱ类,提高星云湖及周边的生态观光价值,改善人居环境,打

参考文献

- [1]王朝科.湿地生态安全评价当议[J].科技情报开发与经济,2003,13(6):114-115.
- [2]张素珍.白洋淀湿地生态功能评价及保护对策[J].石家庄师范专科学校学报,2003,5(3):40-41.
- [3]安娜,高乃云,刘长娥.中国湿地的退化原因、评价及保护[J].生态学杂志,2008,27(5):821-828.
- [4]张素珍,田建文,李贵宝.白洋淀湿地面临的生态问题及生态恢复措施[J].水土保持通报,2007,27(3):146-150.
- [5]张素珍,马静,李贵宝.白洋淀湿地面临的生态问题及可持续发展对策[J].南水北调与水利科技,2007,5(4):53-56.
- [6]张峥,刘泓.湿地生态评价指标体系[J].农业环境保护,1999,18(6):283-285.
- [7]戴新,丁希楼,陈英杰,等.基于AHP法的黄河三角洲湿地生态环境质量评价[J].资源环境与工程,2007,21(2):135-139.
- [8]Duke J M, Aull-Hyde R. Identifying public preferences for land preservation using the analytic hierarchy process[J]. Ecological Economics, 2002, 42(1-2): 131-145.
- [9]何池全,崔保山.吉林省典型湿地生态评价[J].应用生态学报,2001,12(5):754-756.
- [10]郑允文,薛达元,张更生.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,1994,10(3):22-25.
- [11]李静.陕西三河湿地生态评价与保护研究[D].西安:陕西师范大学,2004.
- [12]王琪,朱卫红,张达,等.图们江下游地区湿地生态评价[J].湿地科学,2010,8(1):79-85.
- [13]吴春莺,石驰,张波,等.北固山湿地AHP方法生态评价[J].人民长江,2007,38(1):78-80.

造“滇中旅游经济圈”的生态旅游品牌。为高原湖泊的生态整治提供新的治理思路。

参考文献

- [1]陆健键.湿地生态学[M].北京:高等教育出版社,2006:27.
- [2]王云才.景观生态规划原理[M].北京:中国建筑工业出版社,2007:327-332.
- [3]白群青.湖泊生态系统恢复关键理论与技术[J].河北建筑科技学院学报,2004,(4):11-14.
- [4][美]克雷格·S·坎贝尔.湿地与景观[M].北京:中国林业出版社,2005:15-16.
- [5]王薇.景观生态学在河流生态修复中的应用[J].中国水土保持,2003,(6):36-37.