

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

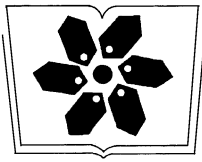
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第6期 Vol.33 No.6 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 6 期

2013 年 3 月 (半月刊)

目 次

专论与综述

- 基于遥感技术的森林健康研究综述..... 高广磊,信忠保,丁国栋,等 (1675)
Agent 农业土地变化模型研究进展..... 余强毅,吴文斌,杨 鹏,等 (1690)

个体与基础生态

- 辽东湾北部近海沙蜃的动态分布..... 王 彬,秦宇博,董 婧,等 (1701)
口虾蛄 proPO 基因全长 cDNA 的克隆与组织表达..... 刘海映,刘连为,姜玉声,等 (1713)
中缅树鼯头骨及下臼齿几何形态与环境的关系..... 朱万龙,贾 婷,黄春梅,等 (1721)
亚热带 3 种树种凋落叶厚度对其分解速率及酶活性的影响..... 季晓燕,江 洪,洪江华,等 (1731)
浙北地区常见绿化树种光合固碳特征..... 张 娇,施拥军,朱月清,等 (1740)
两种高质牧草不同生育期光合生理日变化及光响应特征..... 郭春燕,李晋川,岳建英,等 (1751)
基于 WOFOST 作物生长模型的冬小麦干旱影响评估技术..... 张建平,赵艳霞,王春乙,等 (1762)
基于线粒体 DNA 控制区的斑翅草螽不同地理种群遗传分化研究..... 周志军,尚 娜,刘 静,等 (1770)
圈养尖吻蝾螈雌体大小、窝卵数和卵大小之间的关系..... 胡明行,谭群英,杨道德 (1778)
应用寄生蜂和不育雄虫防控田间橘小实蝇..... 郑思宁,黄居昌,叶光禄,等 (1784)
青蒿素对外生菌根真菌化感效应..... 李 倩,袁 玲,王明霞,等 (1791)

种群、群落和生态系统

- 海湾生态系统健康评价方法构建及在大亚湾的应用..... 李纯厚,林 琳,徐姗姗,等 (1798)
上升流和水团对浙江中部近海浮游动物生态类群分布的影响..... 孙鲁峰,柯 昶,徐兆礼,等 (1811)
半干旱区生态恢复关键生态系统识别——以内蒙古自治区和林县为例.....
..... 彭 羽,高 英,冯金朝,等 (1822)
太岳山油松人工林土壤呼吸对强降雨的响应..... 金冠一,赵秀海,康峰峰,等 (1832)
重庆酸雨区马尾松林凋落物特征及对干旱胁迫的响应..... 王轶浩,王彦辉,于澎湃,等 (1842)

景观、区域和全球生态

- 城市典型水域景观的热环境效应..... 岳文泽,徐丽华 (1852)
外来树种桉树引种的景观生态安全格局..... 赵筱青,和春兰 (1860)
基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究..... 施开放,刁承泰,孙秀峰,等 (1872)
大气 CO₂ 浓度升高对稻田根际土壤甲烷氧化细菌丰度的影响..... 严 陈,许 静,钟文辉,等 (1881)

资源与产业生态

- 基于可变模糊识别模型的海水环境质量评价..... 柯丽娜,王权明,孙新国,等 (1889)
亚热带养殖海湾皱瘤海鞘生物沉积的现场研究..... 闫家国,齐占会,田梓杨,等 (1900)
黄土高原典型苹果园地深层土壤氮磷钾养分含量与分布特征..... 张丽娜,李 军,范 鹏,等 (1907)

旱作农田不同耕作土壤呼吸及其对水热因子的响应..... 张丁辰,蔡典雄,代 快,等 (1916)

商洛低山丘陵区农林复合生态系统中大豆与丹参的光合生理特性..... 彭晓邦,张硕新 (1926)

外源油菜素内酯对镉胁迫下菊芋幼苗光合作用及镉富集的调控效应..... 高会玲,刘金隆,郑青松,等 (1935)

基于侧柏液流的测定对 Granier 原始公式系数进行校正 刘庆新,孟 平,张劲松,等 (1944)

研究简报

湿地自然保护区保护价值评价方法..... 孙 锐,崔国发,雷 霆,等 (1952)

干热河谷印楝和大叶相思人工林根系生物量及其分布特征..... 高成杰,唐国勇,李 昆,等 (1964)

海滨沙滩单叶蔓荆对沙埋的生理响应特征..... 周瑞莲,王 进,杨淑琴,等 (1973)

宁夏贺兰山、六盘山典型森林类型土壤主要肥力特征 姜 林,耿增超,张 雯,等 (1982)

学术争鸣

小兴安岭十种典型森林群落凋落物生物量及其动态变化..... 侯玲玲,毛子军,孙 涛,等 (1994)

中国生态学会 2013 年学术年会征稿通知 (2002)

第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)

中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 328 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 34 * 2013-03



封面图说: 亭亭玉立的白桦树——白桦为落叶乔木,可高达 25m,胸径 50cm。其树冠呈卵圆形,树皮白色,纸状分层剥离;叶三角状、卵形或菱状卵形;花单性,雌雄同株。白桦树喜光,耐严寒,对土壤适应性强,喜酸性土,沼泽地、干燥阳坡及湿润阴坡都能生长。常与红松、落叶松、山杨、蒙古栎混生。白桦的天然更新好,生长较快,萌芽强,在人为的采伐迹地或火灾、风灾等自然损毁的迹地里,往往由白桦首先进入,为先锋树种,而形成白桦次生林。白桦分布甚广,我国大、小兴安岭及长白山均有成片纯林,在华北平原和黄土高原山区、西南山地亦为阔叶落叶林及针叶阔叶混交林中的常见树种。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201112101894

孙锐, 崔国发, 雷霆, 郑姚闽. 湿地自然保护区保护价值评价方法. 生态学报, 2013, 33(6): 1952-1963.

Sun R, Cui G F, Lei T, Zheng Y M. An evaluation index system classifying the conservation value of wetland nature reserves based on AHP. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(6): 1952-1963.

湿地自然保护区保护价值评价方法

孙 锐^{1,2}, 崔国发^{1,*}, 雷 霆¹, 郑姚闽³

(1. 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083; 2. 山东轻工业学院食品与生物工程学院, 山东 250353;

3. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要:提出了一套侧重水鸟保护的湿地自然保护区保护价值评价方法。该方法建立的指标体系经过专家咨询和会议讨论确定指标,采用层次分析法(AHP)建立了递阶层次结构模型。指标体系共分为目标层1项、系统层5项、准则层11项和指标层26项。将获取资料的湿地自然保护区按国家有关分类标准与原则归为3个类型(海洋与海岸生态系统类型、内陆湿地与水域生态系统类型和野生动物类型),每个类型内的自然保护区再结合自身湿地主体进一步划分为4个小类型(近海与海岸湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地)。实例分析了海洋与海岸生态系统类型中的以近海及海岸湿地为主体的自然保护区,内陆湿地与水域生态系统类型中的以沼泽湿地为主体的自然保护区和野生动物类型中的以河流湿地为主体的自然保护区,并依照保护价值指数进行了等级划分。为湿地自然保护区的保护价值和发展地位,总体规划和改建变更提供了依据。

关键词:水鸟保护;湿地自然保护区;保护价值;指标体系

An evaluation index system classifying the conservation value of wetland nature reserves based on AHP

SUN Rui^{1,2}, CUI Guofa^{1,*}, LEI Ting¹, ZHENG Yaomin³

1 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Haidian District, Beijing 100083, China

2 College of Food and Biology Engineering, Shandong Polytechnic University, Changqing District, Shandong, 250353, China

3 Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Chaoyang District, Beijing 100101, China

Abstract: Wetland nature reserves are one of the main networks of China's nature reserves system. A protection management system is gradually taking shape. However, the current system of wetland nature reserves was established based on the idea of saving and preserving specific natural wetland areas, a method which lacked a reasonable level of system-wide oversight and planning. The system used to establish nature reserves lacked an effective assessment methodology to help provide for the management, planning and delineation of the wetland nature reserves in China. Therefore, one prerequisite involved in reforming this system was to develop a logical and workable method of evaluating wetland nature reserves which focused on the planning, establishment, and management of those reserves.

Wetland birds are important indicator species and the presence or absence of wetland bird species has been used as an important standard to justify upgrading the status of nature reserves. Wetland nature reserves established for these waterbirds provide good habitat and food sources as well as breeding, migration and overwintering areas. We present here a wetland nature reserve evaluation method based on a thorough analysis of the existing wetland nature reserve system using waterbird information and geographical/ecological information with a focus on waterbird protection. It may be used to evaluate the existing different administrative levels of the wetland nature reserve system.

基金项目:国家林业公益性科研专项(201104029); 国家科技部“十一五”科技支撑计划课题资助项目(2008DADB0B01)

收稿日期:2011-12-10; **修订日期:**2012-10-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: guofacui@126.com

An evaluation index system is proposed for wetland nature reserves based on scientific research and planning information related to wetland nature reserves. The indicators of this index system were identified by consultation with experts and the use of conferences; a hierarchical model was established using the analytic hierarchy process (AHP). The four tiered index system consisted of 1 object layer, 5 system layers, 11 criteria layers and 26 index layers. The nature reserves were classified into three broad types based on relevant national criterion to facilitate the analysis of this application and evaluation method, 1) nature reserve for ocean and seacoast ecosystem, 2) nature reserve for inland wetlands and water area ecosystem, and 3) nature reserve for wildlife types. The three wetland types within the nature reserve wetland system were further divided into four smaller types 1) offshore and coastal wetlands, 2) riverine, 3) lacustrine wetlands, and 4) marsh wetlands.

Meanwhile, the Golden section method was used to assign indicators. Each set of indicators was calculated using frequency percentiles, with the values of 62%, 38%, and 0% representing the high, medium, low value by threshold, respectively. The assignment method was (62%—100%) as the high value niche section assignment 1, (38%—62%) as interval assignment 0.62, and (0—38%) as low range assignment 0.38. The final results were calculated from the nature reserve conservation value index formula.

In this paper, 8 nature reserves were analyzed from the offshore and coastal wetlands as the main body of ocean and seacoast ecosystem type, 13 nature reserves of marsh wetlands were analyzed as the main body of inland wetlands and water area ecosystem type and 6 nature reserves of riverine wetlands were analyzed as the main body of wildlife type and classified for each type of protection index on a case-by-case basis, respectively.

The results showed the evaluation method used to classify wetlands on the basis of waterbird protection may objectively and fairly reflect the value of wetlands needed to protect water birds. Furthermore, this evaluation index system may be used to classify the wetland nature reserve system using a protection index and provides the foundation to plan and reconstruct the wetland ecosystem nature reserves and change their protection status.

Key Words: waterbird protection; wetland nature reserve; conservation value; index system

湿地自然保护区是中国自然保护区网络体系的主体之一。目前以湿地自然保护区为主体,湿地公园、湿地保护小区等多种保护管理形式并存的保护管理体系正在逐步形成^[1-4]。由于中国自然保护区的政策多依据“抢救式”原则,这虽然对受到严重威胁的野生生物及其生境保护起到了重要作用,但由于缺乏全国或地域保护区建设的整体性,自然保护区建立和建设速度快,致使一些具有重要保护价值的保护区没有得到足够的重视。因此采用合理的评估方法对湿地自然保护区进行评价和优先排序可以为中国湿地自然保护区的管理与规划建设提供帮助。

湿地鸟类作为重要的指示物种,已经作为保护区建立和地位提升的重要标准^[5-7]。中国湿地自然保护区保护的鸟类非常丰富,包括许多濒危稀有物种,具有重大的科研价值和经济价值^[8-9]。湿地自然保护区为这些水鸟的繁殖,迁徙和越冬提供了良好栖息环境和食物。因此在充分整理分析现有湿地自然保护区的水鸟资料和地理环境自然资料的基础上提出一套侧重水鸟保护的湿地自然保护区保护价值评价方法,可以对现有的不同行政级别的湿地保护区进行评价,重新确定湿地自然保护区在水鸟保护中所起的作用和地位,为湿地自然保护区建设纳入一个有计划的过程奠定基础。

本文采用 AHP 方法从湿地自然保护区的水鸟物种,种群及其栖息生境的角度出发,在此基础上构建湿地自然保护区的评估指标体系,并提出赋值区间和计算方法,其结果为湿地自然保护区的保护价值定位、优先建立建设和等级划分提供一定的理论参考。

1 资料收集

本次研究的水鸟信息来源于北京林业大学自然保护区资料库。整理分析了每个湿地自然保护区的水鸟

物种及数量数据,并对水鸟的濒危等级,特有性,栖息地性质(繁殖、越冬、迁徙)和地理分布信息进行了汇总和归纳。为了校正保护区水鸟数量和水鸟栖息种类,向以上保护区发送书面邮件及电话咨询,核实水鸟物种及种群数量。

2 指标体系构建

2.1 指标选取

由于指标选取正确与否在很大程度影响自然保护区价值评价的合理性,科学性和可靠性。因此,筛选指标的方法采用专家咨询法^[10-11]。首先采用资料中使用频度较高的水鸟指标,然后就指标重要性征询有关专家意见,经过3次调整—返回—调整,并经专家会议讨论后得到基于水鸟保护的湿地自然保护区的指标体系框架。

2.2 指标体系构建

为了克服指标选取的主观性和随意性,使用层次分析法(AHP)建立递阶层次结构模型^[12-13],即把基于水鸟保护的湿地自然保护区保护价值作为目标层,并进一步分解为准则层和指标层,同一层次的要素对下一层次的要素起支配作用,同时它受上一级元素的支配(表1)。

表1 湿地自然保护区评价指标体系

Table 1 Wetland nature reserves evaluation index system

目标层 Object layer	系统层 System layer	准则层 Criterion layer	指标层 Index layer
A 基于水鸟保护的湿地自然保护区保护价值	B1 水鸟多样性	C1 水鸟种类	D1 科数
			D2 属数
			D3 种数
			D4 水鸟数量
			D5 种群规模大于全球1%的水鸟种数
			D6 种群规模大于全球1%的水鸟种群百分比累加值
		C2 水鸟数量及种群规模	D7 极危等级(CR)种数
			D8 濒危等级(EN)种数
			D9 易危等级(VU)种数
			D10 国家一级保护种数
		C3 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟种数	D11 国家二级保护种数
			D12 特有或主要分布种数
			D13 次要分布种数
			D14 边缘分布种数
	B2 水鸟濒危性	C4 国家重点保护水鸟种数	D15 单种属数
			D16 单种科数
			D17 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟繁殖地重要性指数
			D18 国家重点保护水鸟繁殖地重要性指数
			D19 IUCN 物种红色名录受危水鸟等级越冬地重要性指数
			D20 国家重点保护水鸟越冬地重要性指数
		C5 中国特有、主要、次要和边缘分布种数	D21 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟迁徙地重要性指数
			D22 国家重点保护水鸟迁徙地重要性指数
			D23 核心区面积
			D24 核心区面积占自然保护区面积比例
	B3 水鸟稀有性	C6 单种属(科)数	D25 湿地面积
			D26 湿地面积占自然保护区面积比例
		C7 繁殖地重要性指数	
	B4 水鸟栖息地重要性	C8 越冬地重要性指数	
	B5 自然保护区面积适宜性	C9 迁徙地重要性指数	
	B6 自然保护区面积适宜性	C10 核心区面积及占比	
	B7 自然保护区面积适宜性	C11 湿地面积及占比	

2.2.3 评价指标权重确定

模型构建后,建立判断矩阵,其标度采取普遍认可的 1—9 评判标度,对各级的要素进行两两比较来确定判断矩阵 A 的元素, a_{ij} 是要素 a_i 对 a_j 的相对重要性,判断标度表示要素 a_i 对 a_j 的相对重要性的数量标度,采用的判断标度见表 2。

表 2 两两比较法的标度
Table 2 Pair-wise comparison scale

判断标度 Judgment scale	定义 Definition	判断标度 Judgment scale	定义 Definition
9	i 因素比 j 因素极端重要	3	i 因素比 j 因素稍微重要
7	i 因素比 j 因素强烈重要	1	i 因素比 j 因素具有同样的重要性
5	i 因素比 j 因素明显重要	2, 4, 6, 8	i 与 j 两因素重要性介于上述两个相邻判断标度中间

根据判断标度建立 n 阶判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

其中, $a_{ij} > 0$; $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, $a_{ii} = 1$ 。其值是聘请 11 位在水鸟保护和湿地研究方面的专家填写指标判断矩阵表。

结合 Delphi 法,专家评价填写指标判断矩阵表经过多次调整,均通过一致性检验。各专家判断矩阵经加权几何平均集结后,最终求得评价指标各自的权重及排序。Yaahp 0.5.2 软件在计算过程应用。

2.2.4 指标赋值方法

为能使指标体系进行实际应用,首先对获得资料的湿地自然保护区进行了分类,根据已发布的《自然保护区类型与级别划分原则》(GB/T14529—1993)和《全国自然保护区名录(2011)》^[14],本文自然保护区归为 3 个类型即海洋与海岸生态系统类型、内陆湿地和水域生态系统类型及野生动物类型。在此基础上进一步依据国家林业局提出的《全国湿地资源调查技术规程(试行)》中湿地类型的划分,根据自然保护区自身的湿地主体进行进一步划分为以近海与海岸湿地为主的湿地自然保护区,以河流湿地为主的湿地自然保护区,以湖泊湿地为主的湿地自然保护区和以沼泽湿地为主的湿地自然保护区 4 个小类型(图 1)。本文比较了属于相同小类型的自然保护区的指标层中的每个相同指标的数据,并将数据按从大到小的顺序排列,借鉴黄金分割选优理论和方法对每组数据进行分割,确定指标赋值区间。应用 spss17.0 软件的单变量频数分析法,将每组指标进行频数计算,分别得到百分位数 62%, 38% 的值,作为高、中、低档位划分的临界值。以 [62%, 100%] 作为该指标高档位区间,以 [38%, 62%) 作为中档位区间, [0, 38%) 作为低档位区间。高档位区间赋值 1, 中档位区间赋值 0.62, 低档位区间赋值 0.38。

具体自然保护区保护价值指数计算公式为:

$$V_{jk} = \sum_{i=1}^n S_{i(jk)} \cdot W_{i(jk)} (0 < V_{jk} < 1)$$

式中, V_{jk} 为第 k 个小类型内自然保护区 j 保护价值指数, $S_{i(jk)}$ 为第 k 个小类型内自然保护区 j 的指标层指标 i 的档位赋值, W_{ij} 为第 k 个小类型内自然保护区 j 指标层指标 i 对目标层的合成权重(表 3), n 为指标个数。

因我国的自然保护区地位实施分级管理,本文利用 k 均值聚类方法对自然保护区保护价值的评分结果进行一维聚类分析,将评分结果相应的分为高、中、低 3 级。

表 3 湿地自然保护区评价指标体系各项指标权重

Table 3 Weights of each grade index for the wetland nature reserves evaluation index system

目标层 Object layer	系统层 System layer	权重 Weight	准则层 Criterion layer	权重 Weight	指标层 Index layer	权重 Weight	合成权重 Synthetic weight
A 基于水鸟保护的湿地保护区保护价值	B1 水鸟多样性	0.2406	C1 水鸟种类	0.538	D1 科数	0.155	0.020
					D2 属数	0.263	0.034
					D3 种数	0.582	0.075
			C2 水鸟数量及种群规模	0.462	D4 水鸟数量	0.351	0.039
					D5 种群规模大于全球 1% 的水鸟种数	0.316	0.035
					D6 种群规模大于全球 1% 的水鸟种群百分比累加值	0.333	0.037
					D7 极危等级 (CR) 种数	0.455	0.041
			C3 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟种数	0.432	D8 濒危等级 (EN) 种数	0.390	0.035
					D9 易危等级 (VU) 种数	0.155	0.014
					D10 国家一级保护种数	0.657	0.078
	B2 水鸟濒危性	0.2074	C4 国家重点保护水鸟种数	0.568	D11 国家二级保护种数	0.343	0.040
					D12 特有或主要分布种数	0.544	0.042
					D13 次要分布种数	0.262	0.020
			C5 中国特有、主要、次要和边缘分布种数	0.643	D14 边缘分布种数	0.193	0.015
					D15 单种属数	0.478	0.021
					D16 单种科数	0.522	0.022
			C6 单种属 (科) 数	0.357	D17 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟繁殖地重要性指数	0.486	0.055
					D18 国家重点保护水鸟繁殖地重要性指数	0.514	0.058
					D19 IUCN 物种红色名录受危水鸟等级越冬地重要性指数	0.486	0.055
	B3 水鸟稀有性	0.1204	C7 繁殖地重要性指数	0.402	D20 国家重点保护水鸟越冬地重要性指数	0.514	0.058
					D21 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟迁徙地重要性指数	0.475	0.027
					D22 国家重点保护水鸟迁徙地重要性指数	0.525	0.030
			C8 越冬地重要性指数	0.398	D23 核心区面积	0.511	0.039
					D24 核心区面积占自然保护区面积比例	0.489	0.037
					D25 湿地面积	0.514	0.038
	B4 水鸟栖息地重要性	0.2828	C9 迁徙地重要性指数	0.200	D26 湿地面积占自然保护区面积比例	0.486	0.036
			C10 核心区面积及占比	0.509			
	B5 自然保护区面积适宜性	0.1489	C11 湿地面积及占比	0.491			

3 应用与举例

充分考虑数据的完整性和自然保护区的可比性的基础上,选定典型的湿地自然保护区作为样本进行了分析。本文选取海洋与海岸生态系统类型中的以近海及海岸湿地为主体的自然保护区(8 个),内陆湿地与水域生态系统类型中的以沼泽湿地为主体的自然保护区(13 个)和野生动物类型中的以河流湿地为主体的自然保护区为(6 个)实例进行了等级划分。根据表 3,以及 2.2.4 中的指标赋值方法和计算公式,获得最终等级划

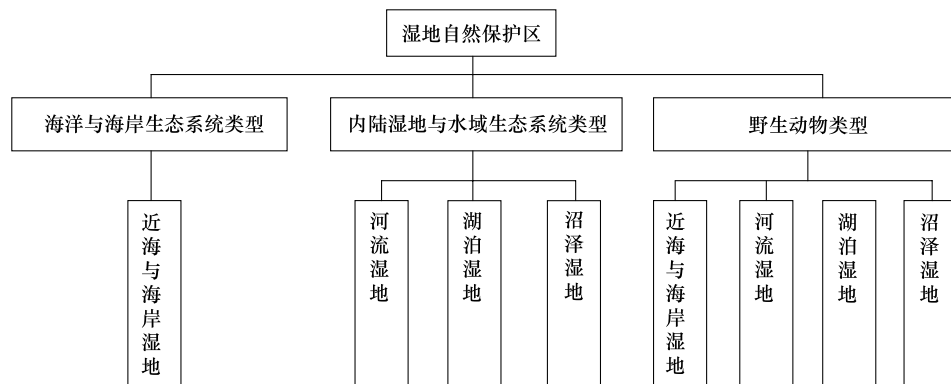


图1 湿地自然保护区分类

Fig.1 wetland nature reserve classify

分结果。

3.1 海洋与海岸生态系统类型中的以近海及海岸湿地为主体的自然保护区保护价值等级划分

根据表4对自然保护区指标层指标赋值后计算保护价值指数。评价结果由表5可知,通过一维k值聚类分析后,可以看出山东黄河三角洲国家级自然保护区与天津古海岸与湿地国家级自然保护区属于高保护价值等级;海南东寨港国家级自然保护区和广东湛江红树林国家级自然保护区中等保护价值等级;其余4个保护区属低保护价值等级。

表4 近海与海岸湿地为主的湿地自然保护区指标层指标档位区间与赋值

Table 4 Index values with assignment of indicators for offshore and coastal wetland nature reserves

指标层指标 Indicator of index layer	指标层各指标档位数值区间(赋值) Index values with assignment of indicators		
	高 High(1)	中 Medium(0.62)	低 Low(0.38)
D1 科数 Number of families	[16,+∞)	[13,16)	[0,13)
D2 属数 Number of genera	[52,+∞)	[39,52)	[0,39)
D3 种数 Number of species	[92,+∞)	[70,92)	[0,70)
D4 水鸟数量 The number of waterbirds	[91200,+∞)	[840,91200)	[0,840)
D5 种群规模大于全球1%的水鸟种数 The number of waterbirds species with > 1% of the global population in the reserve	—	—	—
D6 种群规模大于全球1%的水鸟种群百分比累加值 Percentage cumulative value of waterbirds in the reserve with > 1% of the global population scale of the waterbird population in the reserve/%	—	—	—
D7 极危等级(CR)种数 The number of critically endangered species in the reserve	—	—	—
D8 濒危等级(EN)种数 The number of endangered species in the reserve	[7,+∞)	[3,7)	[0,3)
D9 易危等级(VU)种数 The number of endangered species in the reserve	—	—	—
D10 国家一级保护种数 The number of endangered species in the reserve	[2,+∞)	[1,2)	[0,1)
D11 国家二级保护种数 The number of species in the reserve classified as second class national protected animals	[4,+∞)	[2,4)	[0,2)
D12 特有或主要分布种数 The number of rare and endemic species or rare species in the reserve with major distributions in China	[18,+∞)	[10,18)	[0,10)
D13 次要分布种数 The number of rare species in the reserve with minor distributions in China	[63,+∞)	[45,63)	[0,45)
D14 边缘分布种数 The number of rare species in the reserve with marginal distribution in China	[16,+∞)	[11,16)	[0,11)
D15 单种属数 The number of monotypic genera in the reserve	[21,+∞)	[16,21)	[0,16)
D16 单种科数 The number of monotypic families in the reserve	[2,+∞)	[1,2)	[0,1)

续表

指标层指标 Indicator of index layer	指标层各指标档位数值区间(赋值) Index values with assignment of indicators		
	高 High(1)	中 Medium(0.62)	低 Low(0.38)
D17IUCN 物种红色名录受危等级水鸟繁殖地重要性指数 The importance index for breeding sites used by waterbirds listed on the IUCN Species Red List	[70.58,+∞)	[43.26,70.58)	[0,43.26)
D18 国家重点保护水鸟繁殖地重要性指数 The importance index for breeding sites used by waterbirds listed on the National Key Protected List	—	—	—
D19 IUCN 物种红色名录受危水鸟等级越冬地重要性指数 The importance index for wintering sites used by waterbirds list on the IUCN Species Red List	[30.65,+∞)	[11.75,30.65)	[0,11.75)
D20 国家重点保护水鸟越冬地重要性指数 The importance index for wintering sites used by waterbirds listed on the National Key Protected List	[9.59,+∞)	[3.60,9.59)	[0,3.60)
D21 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟迁徙地重要性指数 The importance index for migration sites used by waterbirds listed on the IUCN Species Red List	[40.22,+∞)	[20.91,40.22)	[0,20.91)
D22 国家重点保护水鸟迁徙地重要性指数 The importance index for migration sites used by waterbirds listed on the IUCN Species Red List	[10.13,+∞)	[2.21,10.13)	[0,2.21)
D23 核心区面积 The core area/hm ²	[11794.88,+∞)	[1164.62,11794.88)	[0,1164.62)
D24 核心区面积占自然保护区面积比例 The percentage of the core area within the nature reserve/%	[34.40,+∞)	[18.53,34.40)	[0,18.53)
D25 湿地面积 The wetland area/hm ²	[15340.94,+∞)	[4995.96,15340.94)	[0,4995.96)
D26 湿地面积占自然保护区面积比例 The percentage of the wetland area in the nature reserve/%	[56.32,+∞)	[48.77,56.32)	[0,48.77)

表中指标 D5,D6,D7,D9,D18 数据缺少或缺失

表 5 近海与海岸湿地为主的湿地自然保护区等级划分结果

Table 5 Grade classification system for offshore and coastal wetland nature reserves

等级 Grade	自然保护区名称 The name of nature reserve	保护价值指数 Conservation value index
高 High	天津古海岸与湿地国家级自然保护区	0.789
	山东黄河三角洲国家级自然保护区	0.770
中 Medium	海南东寨港国家级自然保护区	0.650
	广东湛江红树林国家级自然保护区	0.646
低 Low	福建漳江口红树林国家级自然保护区	0.540
	浙江韭山列岛国家级自然保护区	0.516
	山东滨州贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区	0.439
	广西山口红树林国家级自然保护区	0.423

3.2 内陆湿地与水域生态系统类型中的以沼泽湿地为主体的自然保护区保护价值等级划分

根据表 6 对自然保护区指标层指标赋值后计算保护价值指数。评价结果由表 7 可知黑龙江大佳河省级自然保护区、吉林雁鸣湖国家级自然保护区、内蒙古辉河国家级自然保护区属于高保护价值等级;河北南大港湿地省级自然保护区等 8 个属于中等保护价值等级;而黑龙江南北河省级自然保护区等 2 个保护区属低保护价值等级。

表 6 沼泽湿地为主的湿地自然保护区指标层指标档位区间与赋值

Table 6 Index values with assignment of indicators for marsh wetland nature reserves

指标层指标 Indicator of index layer	指标层各指标档位数值区间(赋值) Index values with assignment of indicators		
	高(1)	中(0.62)	低(0.38)
D1 科数	[15,+∞)	[13,15)	[0,13)
D2 属数	[39,+∞)	[36,39)	[0,36)
D3 种数	[77,+∞)	[64,77)	[0,64)
D4 水鸟数量	[20000,+∞)	[10000,20000)	[0,10000)
D5 种群规模大于全球 1% 的水鸟种数	[2,+∞)	[1,2)	[0,1)

续表

指标层指标 Indicator of index layer	指标层各指标档位数值区间(赋值) Index values with assignment of indicators		
	高(1)	中(0.62)	低(0.38)
D6 种群规模大于全球 1% 的水鸟种群百分比累加值/%	[2.00, +∞)	[1.23, 2.00)	[0, 1.23)
D7 极危等级种数 EX-CR	[2, +∞)	[1, 2)	[0, 1)
D8 濒危等级种数 EN	[4, +∞)	[3, 4)	[0, 3)
D9 易危等级种数 VU	[5, +∞)	[4, 5)	[0, 4)
D10 国家一级保护水鸟种数	[3, +∞)	[2, 3)	[0, 2)
D11 国家二级保护水鸟种数	[7, +∞)	[6, 7)	[0, 6)
D12 特有或主要分布水鸟种数	[16, +∞]	[15, 16)	[0, 15)
D13 次要分布水鸟种数	[54, +∞]	[44, 54)	[0, 44)
D14 边缘分布水鸟种数	[6, +∞]	[4, 6)	[0, 4)
D15 单种属数	[11, +∞]	[9, 11)	[0, 9)
D16 单种科数	[2, +∞)	[1, 2)	[0, 1)
D17 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟繁殖地重要性指数	[11.35, +∞)	[10.96, 11.35)	[0, 10.96)
D18 国家重点保护水鸟繁殖地重要性指数	[6.64, +∞)	[5.69, 6.64)	[0, 5.69)
D19 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟越冬地重要性指数	—	—	—
D20 国家重点保护水鸟越冬地重要性指数	—	—	—
D21 IUCN 物种红色名录受危等级水鸟迁徙地重要性指数	[11.06, +∞)	[5.16, 11.06)	[0, 5.16)
D22 国家重点保护水鸟迁徙地重要性指数	[4.82, +∞)	[4.45, 4.82)	[0, 4.45)
D23 核心区面积/hm ²	[58495.92, +∞]	[23617.52, 58495.92)	[0, 23617.52)
D24 核心区面积占自然保护区比例/%	[38.03, +∞]	[35.90, 38.03)	[0, 35.90)
D25 湿地面积/hm ²	[41736.29, +∞]	[22024.36, 41736.29)	[0, 22024.36)
D26 湿地面积占自然保护区比例/%	[48.91, +∞]	[36.20, 48.91)	[0, 36.20)

表中指标 D19, D20 数据缺少或缺失

表 7 沼泽湿地为主的湿地自然保护区等级划分结果

Table 7 Grade classification results for marsh wetland nature reserves

等级 Grade	保护区名称 The name of nature reserve	保护价值指数 Conservation value index
高	黑龙江大佳河省级自然保护区	0.732
	吉林雁鸣湖国家级自然保护区	0.698
	内蒙古辉河国家级自然保护区	0.678
中	河北南大港湿地省级自然保护区	0.653
	黑龙江友好国家级自然保护区	0.630
	贵州威宁草海国家级自然保护区	0.628
	黑龙江东方红湿地国家级自然保护区	0.615
	黑龙江大沾河湿地国家级自然保护区	0.609
	黑龙江东升省级自然保护区	0.604
	黑龙江三江国家级自然保护区	0.601
	四川若尔盖湿地国家级自然保护区	0.582
	黑龙江南北河省级自然保护区	0.539
低	黑龙江翠北湿地省级自然保护区	0.489

3.3 野生动物类型中的以河流湿地为主体的自然保护区保护价值等级划分

根据表 8 对自然保护区指标层指标赋值后计算保护价值指数。评价结果从表 9 可知,山西运城湿地省级自然保护区属于高保护价值等级;山西灵丘黑鹳省级自然保护区等 4 个属于中等保护价值等级;而福建屏南鸳鸯猕猴省级自然保护区属低保护价值等级。

表 8 河流湿地为主的湿地自然保护区指标档位与赋值

Table 8 Index values with assignment of indicators for river wetland nature reserves

指标层指标 Indicator of index layer	指标层各指标档位数值区间(赋值) Index values with assignment of indicators		
	高(1)	中(0.62)	低(0.38)
D1 科数	[14, +∞)	[10, 14)	[0, 10)
D2 属数	[43, +∞)	[24, 43)	[0, 24)
D3 种数	[72, +∞)	[33, 72)	[0, 33)
D4 水鸟数量	[431420, +∞)	[6800, 431420)	[0, 6800)
D5 种群规模大于全球 1% 的水鸟种数	[2, +∞)	[1, 2)	[0, 1)
D6 种群规模大于全球 1% 的水鸟种群百分比累加值/%	[36.64, +∞)	[1.86, 36.64)	[0, 1.86)
D7 极危等级种数 EX-CR	[2, +∞)	[1, 2)	[0, 1)
D8 濒危等级种数 EN	[2, +∞)	[1, 2)	[0, 1)
D9 易危等级种数 VU	[4, +∞)	[2, 4)	[0, 2)
D10 国家一级保护水鸟种数	[2, +∞)	[1, 2)	[0, 1)
D11 国家二级保护水鸟种数	[6, +∞)	[3, 6)	[0, 3)
D12 特有或主要分布水鸟种数	[13, +∞)	[5, 13)	[0, 5)
D13 次要分布水鸟种数	[53, +∞)	[23, 53)	[0, 23)
D14 边缘分布水鸟种数	[6, +∞)	[4, 6)	[0, 4)
D15 单种属数	[17, +∞)	[8, 17)	[0, 8)
D16 单种科数	[2, +∞)	[1, 2)	[0, 1)
D17 IUCN 受危等级水鸟繁殖地重要性指数	—	—	—
D18 国家重点保护水鸟繁殖地重要性指数	—	—	—
D19 IUCN 受危等级水鸟越冬地重要性指数	—	—	—
D20 国家重点保护水鸟越冬地重要性指数	[5.29, +∞)	[4.48, 5.29)	[0, 4.48)
D21 IUCN 受危等级水鸟迁徙地重要性指数	—	—	—
D22 国家重点保护水鸟迁徙地重要性指数	[6.57, +∞)	[4.59, 6.57)	[0, 4.59)
D23 核心区面积/hm ²	[30767.09, +∞)	[8975.60, 30767.09)	[0, 8975.60)
D24 核心区面积比例/%	[32.00, +∞)	[25.89, 32.00)	[0, 25.89)
D25 湿地面积/hm ²	[19765.72, +∞)	[234.38, 19765.72)	[0, 234.38)
D26 湿地面积比例/%	[53.30, +∞)	[14.86, 53.30)	[0, 14.86)

—:指标 D17, D18, D19, D21 数据缺少或缺失

表 9 河流湿地为主的湿地自然保护区等级划分结果

Table 9 Grade classification results for wetland nature reserves

等级 Grade	保护区名称 The name of nature reserve	保护价值指数 Conservation value index
高	山西运城湿地省级自然保护区	0.804
中	山西灵丘黑鹳省级自然保护区	0.585
	西藏雅鲁藏布江中游河谷黑颈鹤国家级自然保护区	0.570
	湖南江口鸟洲省级自然保护区	0.535
	陕西汉中朱鹮国家级自然保护区	0.513
低	福建屏南鸳鸯猕猴省级自然保护区	0.395

3.4 小结

从水鸟保护角度分析,评价结果中属于高保护价值等级的湿地自然保护区均为水鸟东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙重要的“中转站”,越冬地和繁殖地^[15-18]。无论从鸟类资源还是数量上,均排名靠前。而属于中等保护价值等级的自然保护区也为水鸟保护提供了良好的条件,但从保护对象的侧重点上,物种的多样性上和自然保护区综合因素上考虑,稍逊于高保护价值等级的自然保护区。例如海南东寨港国家级自然保护区和广东湛江红树林国家级自然保护区的主要保护对象为红树林,而红树林为鸟类提供了理想的栖息场所^[19-21]。自然保护区既是留鸟的栖息、繁殖地,又是候鸟的加油站、停留地,是国际候鸟主要通道之一。但自然保护区更加突出的为红树林的保护而水鸟保护则是附加在红树林的保护上。河北南大港湿地省级自然保护区,黑龙

江友好国家级自然保护区等则更重点在于保护目标的多样化,保护对象非单纯为水鸟保护,在评价中的指数略低。低保护价值等级的自然保护区主要以保护湿地或红树林等为主要保护对象的自然保护区,水鸟多样性及数量少。因此,本文提出的指标评价体系能够从整体角度,考虑多方面综合因素对湿地自然保护区的在水鸟保护中体现的保护价值进行客观的评价。

4 结论与讨论

(1) 指标体系权重具有较好的可靠性和科学性。本文指标体系权重经 11 名专家判断并给予评分,能够在较好的反映专家意见的基础上,结合客观数学方法进行权重的合理分配。由表 3 可知,从系统层看,B4 分值最高,其次为 B1,其余依次为 B2,B5 和 B3。说明从水鸟保护角度看,水鸟栖息地、多样性和濒危性是湿地自然保护区的保护目标。它们在评价中居于主导地位。而适宜的自然保护区面积和鸟类的地理分布也影响着自然保护区对鸟类的保护。水鸟作为重要的指示物种与湿地的保护密切相关,因此加强水鸟保护与保护区湿地的管理与建设是一致的。从指标层看,D3(0.075 和 D10(0.078) 占比重最高,其次为 D17(0.055)、D18(0.058)、D19(0.055)、D20(0.058)。这说明了水鸟种数与国家一级重点保护水鸟是自然保护区保护与建设的重点,同样自然保护区作为水鸟繁殖地和栖息地也同样受到重视和关注。

(2) 评价方法较为客观,具有一定的可操作性和指导意义。本文为验证方法的可行性和可行性,对海洋与海岸生态系统类型中的以近海及海岸湿地为主体的自然保护区,内陆湿地与水域生态系统类型中的以沼泽湿地为主体的自然保护区和野生动物类型中的以河流湿地为主体的自然保护区为实例进行了等级划分。结果表明,本文提出的指标体系评价方法可以对同类型的自然保护区进行较为客观的评价,同时可以为自然保护区的级别划分和管理重点建设上提供了依据。

本文以管理和决策者关注的保护区价值为前提,探索提出水鸟保护作为研究方向构建保护区保护价值指标评价体系。水鸟保护在湿地保护区的建设中具有明显而且重要的地位。而选用适宜的指标是构建指标评价体系最为重要的。评价指标的筛选,是一项复杂的系统工程,要求评估者对指标系统有充分的认识及多方面的知识积累。本研究基于水鸟保护开展的评估研究,在收集了大量的科考和总体规划的基础上,提出了基于水鸟保护的评价指标体系,并且选取的指标尽量为可量化的指标。从评价结果可以看出,该方法较为客观,具有一定的实用性。当然,本研究为基于水鸟保护开展的评估研究,构建的指标体系具有一定的局限性。要想形成一套完整的,适合我国湿地生态系统保护区实际情况的综合指标体系,用以精确评估,真正为管理者提供决策依据,还需要不断探索研究。

我国自然保护区的系统评价工作急需进行,这样可推动我国自然保护区的健康发展,全面增强我国自然保护区尤其是生物多样性保护能力^[22-24]。然而,我国的自然保护区评价方法仍存在方法单一,主观大于客观和片面化的问题。且我国自然保护区具有多目标属性特点,保护区性质和功能不明确,自然保护区建设多采取“抢救式”原则。虽然多年来自然保护区对生态系统及野生动物保护发挥了重要作用,但缺乏多方位,综合评价的方法来对自然保护区进行系统的评价和规划建设^[18, 25-26]。因此探求合理可行的自然保护评价方法是明确重点建设的保护区,保护区有计划的进行管理体制改革的的前提条件之一。基于水鸟保护的湿地自然保护区评价方法的为自然保护区的管理评价方法的提供了重要补充,也为自然保护区的建设规划提供了帮助。

References:

- [1] Zhao G D, Wang B, Jin F. Ecological environment quality of wetland and management of wetland nature reserve in China. *World Forestry Research*, 2004,17(6): 35-39.
- [2] Wu C L, Liu J L, Zhou L, Wen Y L. Wetland nature reserves in forestry sector in China. *Wetland science and management*. 2008, 4(1):33-35
- [3] Tang X P, Huang G L. Study on classification system for wetland types in China. *Forest research*. 2004,16(5):531-539.
- [4] Chen J W, Huang G L. China wetland classification system and division index. *Forest Resources Management*, 1995,(5):65-71.
- [5] Niu J Y, Li F, Ma S Z, Wu Y F. Avian survey in the wetland of Yellow River national nature reserve in Henan province. *Sichuan Journal Of Zoology*, 2009,28(3):462-467.

- [6] Qiu G H, Li F, Lei T, Cui G F, Wu S X, Sun Z C. The application of fuzzy synthetic method to importance assessment of the wetland bird Habitats in Dunhuang West Lake National Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2009,29(7):3485-3492.
- [7] Ba S, Ci R, Pu B, La D. Bird resources and its conservation in Lhalu wetland nature reserve of Lhas. *Resources Science*, 2009,(7):1238-1243.
- [8] Cui B S, Yang Z F. *Wetland science*. Beijing: Beijing Normal University Press, 2006.
- [9] An N, Gao N Y, Liu C E. Wetland degradation in China: causes, evaluation and protection measures. *Chinese Journal of Ecology*, 2008,27(5):821-828.
- [10] Wang C H, Wen Y L, Li Q, Hu C D, Si K C. Measurement of economic benefits of the Qinling nature reserve group based on connotation analysis. *Resources Science*, 2011,33(5):871-879.
- [11] Zheng X, Dong H Y. Design of index system for performance evaluation of nature reserve: a case study of longwan national nature reserve in Jilin Province. *Journal of Northeast Forestry University*, 2008,36(8):21-24.
- [12] Saaty T L. An Exposition on the AHP in Reply to the Paper“ Remarks on the Analytic Hierarchy Process”. *Management science*, 1990,36(3):259-268.
- [13] Ok K, Okan T, Yilmaz E. A comparative study on activity selection with multi-criteria decision-making techniques in ecotourism planning. *Scientific Research and Essays*, 2011,6(6):1417-1427.
- [14] Department of Nature and Ecology Conservation. Nation-wide nature reserve List(2011). Beijing: China Environmental Science Press, 2012.
- [15] Shu Y, Hu Y M, Shan K. Analysis of Changes in Waterfowl Habitat Factors Based on RS & GIS in the Yellow River Delta, China. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology*, 2009,15(4):495-502.
- [16] Cao M C, Liu G H, Shan K, Hou Y X, Wang M C, Li D L, Shen W M. A multi-scale assessment of habitat suitability of red crowned crane at the Yellow River Delta Nature Reserve, Shandong, China. *Biodiversity Science*, 2010,18(3):283-291.
- [17] Zhang X T, Fu S Q, Tan H T, Gai Y, Liu W H. The waterbirds census from 2008 to 2009 in Yellow river delta. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, 2011,41(4):7-10.
- [18] Zheng Y M, Zhang H Y, Niu Z G, Gong P. Protection efficacy of national wetland reserves in China. *Chinese Science Bulletin*, 2012,4:1400-1411.
- [19] Zhang G G, Liang W, Qian F W, Liu D P, Chu G Z. Influence of Mangrove Forests on Waterbirds in Hainan Island. *Scientia Silvae Sinicae*, 2008,1:45-45.
- [20] Yang C C, Cai Y, Liang W, Zhang G G, Shi H T. Waterbirds diversity, seasonal dynamics, and interspecific correlation in the wetlands of Beili and Houshui Bays, Hainan. *Biodiversity Science*, 2009,17(3):226-232.
- [21] Zhang W, Zou F S, Dai M Y. Wetland Bird Resources in Zhanjiang Mangrove Natural Nature Reserve and Conservation Strategy. *Chinese Journal of Wildlife*, 2007,(02):42-44.
- [22] Quan J, Ouyang Z Y, Xu W H, Miao H. Management effectiveness of China nature reserves: Status quo assessment and countermeasures. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009,20(7):1739-1746.
- [23] Quan J, Ouyang Z Y, Xu W H, Miao H. Comparison and applications of methodologies for management effectiveness assessment of protected areas. *Biodiversity Science*, 2010,18(1):90-99.
- [24] Zhu W Z, Fan J R, Wang Y K, Shen X H, Tian B W, Wei Z H. Assessment of biodiversity conservation importance in the upper reaches of the Yangtze River: by taking county area as the basic assessment unit. *Acta Ecologica Sinica*, 2009,29(005):2603-2611.
- [25] Liu R. Research on Mutual Management Model of the Resource Conservation and Community Economy Development for China's Nature Reserves. *Resource Science*, 2008,30(6):870-875.
- [26] Wang Z, Jiang M K, Zhu G Q, Tao S M, Zhou H L. Comparison of Chinese nature reserve classification with IUCN protected area categories. *Rural Eco-environment*, 2004,20(2):72-76.

参考文献:

- [1] 赵广东, 王兵, 靳芳. 中国湿地生态环境质量及湿地自然保护区管理. *世界林业研究*, 2004,17(6):35-39.
- [2] 吴成亮, 刘晶岚, 周莉, 温亚利. 我国林业系统湿地类型自然保护区分析与对策. *湿地科学与管理*, 2008,4(1):33-35.
- [3] 唐小平, 黄桂林. 中国湿地分类系统的研究. *林业科学研究*, 2004,16(5):531-539.
- [4] 陈建伟, 黄桂林. 中国湿地分类系统及其划分指标的探讨. *林业资源管理*, 1995,(5):65-71.
- [5] 牛俊英, 马朝红, 马书钊, 吴跃峰. 河南黄河湿地国家级自然保护区鸟类资源调查. *四川动物*, 2009,28(003):462-467.
- [6] 邱观华, 李飞, 雷霆, 崔国发, 吴三雄, 孙志成. 敦煌西湖湿地鸟类栖息地重要性模糊综合评判. *生态学报*, 2009,29(7):3485.
- [7] 巴桑, 次仁, 普布, 拉多. 北京: 拉鲁湿地国家级自然保护区鸟类资源及其保护对策. *资源科学*, 2009,(007):1238-1243.
- [8] 崔保山, 杨志峰. *湿地学*. 北京: 北京师范大学出版社, 2006.

- [9] 安娜,高乃云,刘长娥. 中国湿地的退化原因、评价及保护. 生态学杂志,2008,27(5):821-828.
- [10] 王昌海,温亚利,李强,胡崇德,司开创. 基于内涵分析的秦岭自然保护区群经济效益计量分析. Resources Science,2011,33(5):871-879.
- [11] 郑昕,董海艳. 自然保护区绩效评价指标体系的设计——以吉林龙湾国家级自然保护区为例. 东北林业大学学报,2008,36(8):21-24.
- [14] 环境保护部自然生态保护司. 全国自然保护区名录(2011). 北京:中国环境科学出版社;2012.
- [15] 舒莹,胡远满,单凯. 基于 RS 和 GIS 黄河三角洲水禽生境因子变化分析. 应用与环境生物学报,2009,15(4):495-502.
- [16] 曹铭昌,刘高焕,单凯,侯银蓄,王明春,李东来,申文明. 基于多尺度的丹顶鹤生境适宜性评价——以黄河三角洲自然保护区为例. 生物多样性,2010,18(3):283-291.
- [17] 张希涛,付守强,谭海涛,盖勇,刘伟华. 黄河三角洲水鸟动态变化监测. 山东林业科技,2011,41(4):7-10.
- [18] 郑姚闽,张海英,牛振国,宫鹏. 中国国家级湿地自然保护区保护成效初步评估. 科学通报,2012,4:1400-1411.
- [19] 张国钢,梁伟,钱法文,刘冬平,楚国忠. 海南岛红树林的消长对水鸟的影响. 林业科学,2008,1:45-45.
- [20] 杨灿朝,蔡燕,梁伟,张国钢,史海涛. 海南北黎湾和后水湾湿地水鸟的季节动态,物种丰富度和种间相关性. 生物多样性,2009,17(3):226-232.
- [21] 张苇,邹发生,戴名扬. 广东湛江红树林国家级自然保护区湿地鸟类资源现状及保护对策. 野生动物,2007,(02):42-44.
- [22] 权佳,欧阳志云,徐卫华,苗鸿. 中国自然保护区管理有效性的现状评价与对策. 应用生态学报,2009,20(7):1739-1746.
- [23] 权佳,欧阳志云,徐卫华,苗鸿. 自然保护区管理有效性评价方法的比较与应用. 生物多样性,2010,18(1):90-99.
- [24] 朱万泽,范建容,王玉宽,申旭红,田兵伟,魏宗华. 长江上游生物多样性保护重要性评价——以县域为评价单元. 生态学报,2009,29(005):2603-2611.
- [25] 刘锐. 共同管理:中国自然保护区与周边社区和谐发展模式探讨. 资源科学,2008,30(6):870-875.
- [26] 王智,蒋明康,朱广庆,陶思明,周海丽. IUCN 保护区分类系统与中国自然保护区分类标准的比较. 农村生态环境,2004,20(2):72-76.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 6 March, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Review and Monograph

- Forest health studies based on remote sensing: a review GAO Guanglei, XIN Zhongbao, DING Guodong, et al (1675)
- Progress of agent-based agricultural land change modeling: a review YU Qiangyi, WU Wenbin, YANG Peng, et al (1690)

Autecology & Fundamentals

- Dynamic distribution of *Nemopilema nomurai* in inshore waters of the northern Liaodong Bay, Bohai Sea WANG Bin, QIN Yubo, DONG Jing, et al (1701)
- Full length cDNA cloning and tissue expression of prophenoloxidase from *Oratosquilla oratoria* LIU Haiying, LIU Lianwei, JIANG Yusheng, et al (1713)
- Morphometrics investigation of the skulls, mandibles and molar in *Tupaia belangeri* from Yunnan, Guizhou, Guangxi ZHU Wanlong, JIA Ting, HUANG Chunmei, et al (1721)
- Effects of litter thickness on leaf litter decomposition and enzyme activity of three trees in the subtropical forests JI Xiaoyan, JIANG Hong, HONG Jianghua, et al (1731)
- The photosynthetic carbon fixation characteristics of common tree species in northern Zhejiang ZHANG Jiao, SHI Yongjun, ZHU Yueqing, et al (1740)
- Diurnal changes in the photosynthetic characteristics of two high yield and high quality grasses during different stages of growth and their response to changes in light intensity GUO Chunyan, LI Jinchuan, YUE Jianying, et al (1751)
- Evaluation technology on drought disaster to yields of winter wheat based on WOFOST crop growth model ZHANG Jianping, ZHAO Yanxia, WANG Chunyi, et al (1762)
- Genetic diversity of *Conocephalus maculatus* of different geographic populations based on mitochondrial DNA control region analysis ZHOU Zhijun, SHANG Na, LIU Jing, et al (1770)
- Relationships among female body size, clutch size, and egg size in captive *Deinagkistrodon acutus* HU Minghang, TAN Qunying, YANG Daode (1778)
- The field control of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) with parasitoid and sterile male ZHENG Sining, HUANG Juchang, YE Guanglu, et al (1784)
- Allelopathic effects of artemisinin on ectomycorrhizal fungi LI Qian, YUAN Ling, WANG Mingxia, et al (1791)

Population, Community and Ecosystem

- Establishment of integrated methodology for bay ecosystem health assessment and its application in Daya Bay LI Chunhou, LIN Lin, XU Shannan, et al (1798)
- The influence of upwelling and water mass on the ecological group distribution of zooplankton in Zhejiang coastal waters SUN Lufeng, KE Chang, XU Zhaoli, et al (1811)
- Identification of key ecosystem for ecological restoration in semi-arid areas: a case study in Helin County, Inner Mongolia PENG Yu, GAO Ying, FENG Jinzhao, et al (1822)
- The great rainfall effect on soil respiration of *Pinus tabulaeformis* plantation in Taiyue Mountain JIN Guanyi, ZHAO Xiuhai, KANG Fengfeng, et al (1832)
- The litter-fall characteristics and their response to drought stress in the Masson pins forests damaged by acid rain at Chongqing, China WANG Yihao, WANG Yanhui, YU Pengtao, et al (1842)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Thermal environment effect of urban water landscape YUE Wenze, XU Lihua (1852)
- Landscape ecological security pattern associated with the introduction of exotic tree species *Eucalyptus* ZHAO Xiaoqing, HE Chunlan (1860)
- Ecological balance between supply and demand in Chongqing City based on cultivated land ecological footprint method SHI Kaifang, DIAO Chengtai, SUN Xiufeng, et al (1872)
- Effect of elevated CO₂ on methanotrophs in the rhizosphere of rice plant YAN Chen, XU Jing, ZHONG Wenhui, et al (1881)

Resource and Industrial Ecology

- The seawater environment quality evaluation research base on variable fuzzy pattern recognition model KE Lina, WANG Quanming, SUN Xinguo, et al (1889)
- An *in situ* study on biodeposition of ascidian (*Styela plicata*) in a subtropical aquaculture bay, southern China YAN Jiaguo, QI Zhanhui, TIAN Ziyang, et al (1900)
- Distribution of soil NPK nutrient content in deep soil profile of typical apple orchards on the Loess Plateau ZHANG Lina, LI Jun, FAN Peng, et al (1907)
- Soil respiration and its responses to soil moisture and temperature under different tillage systems in dryland maize fields ZHANG Dingchen, CAI Dianxiong, DAI Kuai, et al (1916)
- Photosynthetic characteristics of soybean and salvia in an agroforestry system in the Hilly Region, Shangluo, China PENG Xiaobang, ZHANG Shuoxin (1926)
- Regulation of exogenous brassinosteroid on growth and photosynthesis of *Helianthus tuberosus* seedlings and cadmium biological enrichment under cadmium stress GAO Huiling, LIU Jinlong, ZHENG Qingsong, et al (1935)
- Calibration coefficients of Granier original formula based on sap flow of *Platycladus orientalis* LIU Qingxin, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (1944)

Research Notes

- An evaluation index system classifying the conservation value of wetland nature reserves based on AHP SUN Rui, CUI Guofa, LEI Ting, et al (1952)
- Root biomass and its distribution of *Azadirachta indica* and *Acacia auriculiformis* plantations in the Dry-hot Valley GAO Chengjie, TANG Guoyong, LI Kun, et al (1964)
- Physiological response of *Vitex trifolia* to sand burial in the sand coast ... ZHOU Ruilian, WANG Jin, YANG Shuqin, et al (1973)
- Soil fertility under different forest types in the Helan and Liupan Mountain ranges of Ningxia Province JIANG Lin, GENG Zengchao, ZHANG Wen, et al (1982)

Opinions

- Dynamic of litterfall in ten typical community types of Xiaoxing'an Mountain, China HOU Lingling, MAO Zijun, SUN Tao, et al (1994)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 6 期 (2013 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 6 (March, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元