

莫莫格国家级自然保护区生态评价

孔洋洋¹, 韩海荣¹, 康峰峰¹, 王清春²

(1. 北京林业大学 林学院, 北京 100083; 2. 北京林业大学 自然保护区学院, 北京 100083)

摘要: 自然保护区作为保护具有代表性的生态系统及珍稀濒危物种而划定的特殊区域, 目前正受到当地社会经济活动的严重影响。为衡量社会经济活动对自然保护区的影响程度, 以吉林省莫莫格国家级自然保护区为例, 运用层次分析法, 结合实地调查及文献资料分析, 从保护区内社会经济活动程度、湿地环境状况、保护对象状况 3 个方面的 12 个评价指标进行了综合评价。该保护区保护对象水鸟的状况良好, 湿地状况受气候影响较大, 并受到石油开采影响程度正逐渐减小, 而畜牧业及种植业对其影响逐渐显现。自然保护区生态评价最终结果等级为较好。图 2 表 5 参 15

关键词: 森林经理学; 莫莫格国家级自然保护区; 层次分析法; 生态评价

中图分类号: S759.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2013)01-0055-08

Ecological assessment of Momoge National Nature Reserve

KONG Yangyang¹, HAN Hairong¹, KANG Fengfeng¹, WANG Qingchun²

(1. Forestry College, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: As a special area to protect the representative ecosystem and the rare and endangered species, nature reserves are seriously affected by the socio-economic activities now. To measure the socio-economic activities impact on nature reserves, this research studied Jilin Momoge Nature Reserve. Based on the survey data and statistical yearbooks etc, this study combined the analytic hierarchy process (AHP) with the expert scoring method as the research method, comprehensively assessed 12 factors of the three important side of this nature reserve: socio-economic activities impacts, factors wetland environment and the object of protection status. The protection object of the reserve is in a good condition, the status of the wetland is great affected by the climate, the influence of mining is decrease, but the influence by the animal husbandry and planting is gradually revealed. Finally the result of this assessment is better. [Ch, 2 fig. 5 tab. 15 ref.]

Key words: forest management; Momoge National Nature Reserve; analytic hierarchy process (AHP); ecological assessment

中国的自然保护区建设已经得到长足的发展。截至 2010 年底, 中国已建成各级、各类自然保护区 2 588 个, 总面积 14 944.1 万 hm^2 , 占辖区面积比重为 14.9%^[1]。然而随着中国经济的快速发展, 自然保护区受到的社会经济的压力也日益增大。应用基于社会经济活动对自然保护区影响的生态评价, 能为自然保护区的科学管理及自然资源的合理开发利用提供理论参考。自然保护区生态评价这一应用性的理论与技术问题一直是国内外研究热点, 主要从自然保护区开展旅游、道路建设、矿产资源开采等对自然保护区造成的影响或土地利用变化对区域内单一环境因子(如土壤)的影响进行定性或定量的评价。从国外的研究来看, 对于自然保护区生态评价的研究方法多使用实验、野外调查和问卷调查 3 种方法^[2]。在现

收稿日期: 2012-02-20; 修回日期: 2012-04-24

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2008BADB0B06)

作者简介: 孔洋洋, 从事自然保护区生态评价研究。E-mail: sheepky@163.com。通信作者: 韩海荣, 教授, 博士生导师, 从事森林生态学研究。E-mail: hanhr@bjfu.edu.cn

实应用中,他们也多对自然保护区内影响较大的社会经济活动如旅游、矿业开采等进行生态评价^[2-4]。中国对于自然保护区评价的研究相对于国外来说起步较晚,始于20世纪80年代末,90年代开始重视。郑允文等^[5]针对中国自然保护区的实际情况,筛选出在评价研究中使用频次较高的指标多样性、稀有性、自然性、面积适宜性以及人类威胁等指标,制定了一套较为完整而又易于操作的生态评价体系。近年来,基于层次分析法对自然保护区进行生态评价的研究较多,同时也有众多学者对自然保护区社会经济活动生态影响评价做了大量的研究探索^[6-8]。本研究借鉴了以上自然保护区生态评价的研究成果,并结合莫莫格自然保护区的特有性状进行了研究,结合自然保护区内多个社会经济活动的影响,构建评价指标体系,利用基于群决策的层次分析法对该自然保护区进行评价。

1 评价区概况

1.1 基本概况

吉林省莫莫格国家级自然保护区在行政区划上位于吉林省镇赉县东部,东靠嫩江,南临洮儿河,西、北该和镇赉县的黑鱼泡、东屏、哈吐气、五棵树、丹岱等乡镇的部分地域接壤。地理坐标为45°42′25″~46°18′N, 123°27′~124°04′33.7″E,保护区面积为 $14.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。属于北温带半干旱大陆性季风气候区,四季气候变化十分明显。平均气温为4.2℃。莫莫格保护区处于东亚阔叶林和欧亚草原的过渡带,植物区系地理区划共16个类型。核心区总面积52 340 hm^2 ,占保护区总面积的36.3%,划分为嫩江-洮儿河沿岸和西北部碱草甸2个区域。其中,嫩江小叶章 *Calamagrostis angustifolia*-藁草 *Carex* 沼泽及东方白鹳 *Ciconia boyciana* 保护核心区草层高度90~100 cm,盖度90%以上;洮儿河芦苇沼泽与丹顶鹤保护核心区,孕育了近2万 hm^2 的芦苇 *Phragmites communis* 沼泽,芦苇盖度85%以上,植株高90~120 cm,是中国东北芦苇的主要分布区之一。莫莫格保护区是典型的湿地类型保护区,是中国东部候鸟迁徙通道上的重要停歇地,其中尤以重点保护动物白鹤 *Grus leucogeranus* 和东方白鹳种群数量大、停歇时间长而闻名。白鹤是湿地生态系统中具有典型代表性的物种,是国际上广为关注的世界性濒危鸟类。白鹤是该区鹤类的优势种群,在该区迁徙数量高峰期达2 000余只。东方白鹳不仅在该区有繁殖的纪录,而且迁徙数量高峰期达800余只,是世界远东地区东方白鹳秋季南迁的重要集群地^[9]。

1.2 保护区经济产业分析

经调查:莫莫格自然保护区内存在石油开采、畜牧、农业种植、养鱼捕鱼、芦苇收割、旅游、水利工程、工程建设等社会经济活动。保护区内除英台采油厂外无大中型企业,区内经济主要以种植业和牧业为主。石油开采对莫莫格自然保护区的影响一直倍受各界关注,油田生产对莫莫格保护区湿地生态环境,鹤、鹳类等水鸟的影响比较严重,如油田开采区地表水、地下水、土壤的污染,生产设施与人为活动对鸟类生存的干扰。莫莫格农田总面积约 $3.0 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4 \text{ km}^2$,没有明显的增减趋势^[10]。保护区内牛羊等牲畜数量的急剧增长,已经远远超出草原的负载能力,造成草场退化,生态环境的恶化导致大鸨 *Otis tarda* 等珍稀濒危鸟类的生存受到威胁。

2 研究方法

层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)是美国运筹学家匹兹堡大学教授萨蒂于20世纪70年代初,提出的一种层次权重决策分析方法。该方法是将与决策相关的元素分解成目标、准则、方案等层次,并在此基础上进行定性和定量分析的决策方法^[11]。层次分析法在评价活动中得到了广泛的应用,它能够处理评价中那些不能完全用定量的方法所确定的指标。本研究采用的是基于群决策的层次分析法及专家打分法相结合的评价方法。

层次分析法首先把待解决的问题层次化,建立层次结构,按问题性质和总目标将此问题分解成不同层次,构成一个多层次的层次结构模型,分为目标层、准则层和方案层,上层受下层影响,而层内各因素基本上相对独立。然后,计算判断矩阵的特征向量并进行标准化处理以及一致性检验,检验合格的标准化特征向量即为相应矩阵的指标要素对其上一层的权重值。考虑到自然保护区生态评价指标体系所涉及指标因素的复杂性,在确定比较矩阵时,采用专家群组决策方法,专家组成员控制在20~25人。

3 结果与分析

3.1 评价指标体系的建立及权重的确定

建立基于社会经济活动影响的自然保护区生态评价指标体系的基本原则是代表性、相互独立性、可操作性及坚持定性定量相结合的方法。国内外在自然保护区生态评价指标方面做了大量的研究^[4,12-13]。当前的生态评价中采用频次较高的评价指标有多样性、自然性、代表性、稀有性、面积适宜性稳定性及人类干扰等。本次评价是基于社会经济活动影响的自然保护区生态评价，评价指标体系融入了自然保护区内对保护区影响较为重要的 3 个社会经济活动影响指标。由于莫莫格自然保护区为湿地类型的自然保护区，且其保护对象为水鸟，故评价指标体系更加注重湿地环境状况及保护对象即水鸟的状况。湿地环境状况评价又分为水环境状况及植被状况 2 个部分，分别选取了能够反映湿地水环境状况的水质与水量 2 个指标及反映植被状况的植被覆盖率和植物多样性 2 个指标。保护对象方面依然采用了使用频次较高的多样性、稀有性及种群数量等 3 个指标来反映保护对象水鸟的状况。

如图 1 所示：评价的目标层为自然保护区社会经济活动影响评价(A)；准则层为社会经济活动影响指标(B₁)、湿地环境状况(B₂)及保护对象(B₃)；而后又将准则层分为 12 个目标层指标(D₁~D₁₂)。

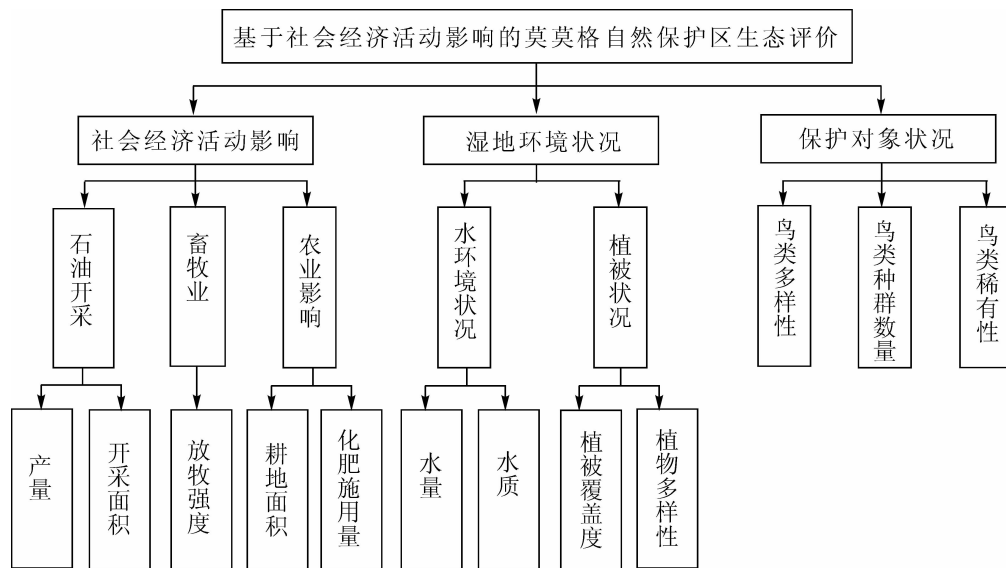


图 1 莫莫格国家级自然保护区生态评价指标的层次结构

Figure 1 Structure of ecological evaluation indexes on Momoge National Nature Reserve

评价指标确立后，依据莫莫格自然保护区及其所在区域特点，将每项指标都划分为 4 个等级，并依次赋以 0~25, 25~50, 50~75, 75~100 的分值。具体见表 1。

表 1 莫莫格国家级自然保护区生态评价指标赋分标准

Table 1 Indexes criterion of ecological evaluation on Momoge National Nature Reserve

指标	评分标准	分值
石油产量 D ₁	保护区内石油开采量为 0，自然性完好。	75~100
	年产量适当，能有一定的控制，产量逐年下降，对环境造成轻度影响。	50~75
	年产量过高，且维持在一定的水平，对湿地环境造成中度破坏。	25~50
	年产量非常高，且逐年增加，无有效控制，对湿地环境造成剧烈破坏。	0~25
开采面积 D ₂	无石油开采活动，无影响。	75~100
	石油开采面积很小，且不在核心区内，对保护区内环境有轻微影响。	50~75
	石油开采面积较大，但不在核心区内，对保护区环境造成中度影响。	25~50
	开采面积很大，且已延伸到核心区，对保护区环境及保护对象造成严重影响。	0~25

表 1(续)

指标	评分标准	分值
放牧强度 D_3	保护区内牛羊等牲畜数量适度,对保护区内草原不会造成破坏及不良影响。	75~100
	保护区内牛羊牲畜数量较多,但是已得到控制,对保护区内草地造成轻微的破坏影响。	50~75
	保护区内牛羊等牲畜较多,对保护区保护对象造成消极影响,造成草地一定程度的破坏。	25~50
	保护区内牛羊牲畜过多,且持续大量增长,严重超过该地载畜量,造成保草地严重退化。	0~25
耕地面积 D_4	耕地面积小于保护区面积的 20%,且相对稳定,对水鸟栖息地影响较小。	75~100
	耕地面积为保护区面积的 20%~30%,水鸟栖息环境受到中度破坏。	50~75
	耕地面积为保护区面积的 30%~35%,且每年有一定的增加,水鸟栖息环境受到严重破坏。	25~50
	耕地面积大于保护区面积的 35%,且每年面积增幅较大,水鸟栖息环境受到剧烈破坏。	0~25
当地化肥使用量 D_5	当地每公顷施肥量很少,大量低于所属行政省份平均每公顷施肥量。	75~100
	当地每公顷施肥量较少,少量低于所属行政省份平均每公顷施肥量。	50~75
	当地每公顷施肥量与所属行政省份平均每公顷施肥量持平。	25~50
	当地每公顷施肥量特别高,严重高出所属行政省份每公顷施肥量。	0~25
水量 D_6	湿地水量丰富,使保护区内湿地面积维持在较高的水平。	75~100
	湿地水量较多,使保护区内湿地面积维持在一定水平。	50~75
	湿地水量较少,使保护区内湿地面积逐渐缩小。	25~50
	湿地水量很少,造成湿地面积严重缩小。	0~25
水质 D_7	水质很好,无超标现象。	75~100
	水质良好,有个别指标轻微超标。	50~75
	水质一般,有多个指标有超标现象。	25~50
	水质较差,有多个指标严重超标。	0~25
植被覆盖度 D_8	保护区核心区植被覆盖度为 80%。	75~100
	保护区核心区植被覆盖度为 60%~80%。	50~75
	保护区核心区植被覆盖度为 40%~60%。	25~50
	保护区核心区植被覆盖度为 40%。	0~25
植物多样性 D_9	物种丰富度极高,区域内物种数目占其在生物地理区或其所属行政省内物种数目的 50%以上,或高等植物 1 000 种。	75~100
	物种丰富度较高,区域内物种数目占其在生物地理区或其所属行政省内物种数目的 30%~50%,或高等植物 500~999 种。	50~75
	物种丰富度一般,区域内物种数目占其在生物地理区或其所属行政省内物种数目的 10%~30%,或高等植物 300~499 种。	25~50
	物种丰富度较低,区域内物种数目占其在生物地理区或其所属行政省内物种数目的 10%以下,或高等植物小于 300 种。	0~25
鸟类多样性 D_{10}	鸟类种类丰富多样性极高,种数占全国鸟类种数的 20%以上或所属行政省鸟类种数的 60%以上。	75~100
	鸟类种类多样性较大,种数占全国鸟类种数的 15%~20%或所属行政省鸟类种数的 40%~60%。	50~75
	鸟类种类多样性较大,种数占全国鸟类种数的 10%~15%或所属行政省鸟类种数的 25%~40%。	25~50
	鸟类种类多样性较大,种数占全国鸟类种数的 10%以下或所属行政省鸟类种数的 25%以下。	0~25
鸟类种群数量 D_{11}	最大种群数量大于 10 000 只。	75~100

表 1(续)

指标	评分标准	分值
	最大种群数量 6 000~10 000 只。	50~75
	最大种群数量 3 000~6 000 只。	25~50
	最大种群数量小于 3 000 只。	0~25
鸟类稀有性 D_{12}	全球内濒危珍惜物种。	75~100
	国家 I 级重点保护动物。	50~75
	国家 II 级重点保护动物。	25~50
	地方重点保护物种。	0~25

3.2 评价指标权重的确定

在进行综合定量评价时，与确定科学的评价指标体系同样重要的是各指标权重的确定。采用 Saaty 提出的 1~9 及其倒数标度法对指标体系中的各指标进行两两比较构造判断矩阵。由于自然保护区生态评价的复杂性、科学发展的相互依赖性以及个人处理问题存在的主观局限性等原因，这样复杂的决策问题适合采用群组决策。判断矩阵的各元素值是依据专家对各指标因素重要性的认识的反映。得出判断矩阵后，要对该矩阵的一致性进行检验，考察其是否合理。一致性检验的方法是将一致性指数(consistency index, I_C)和平均随机一致性指标(random index, I_R)进行比较。一致性指数 I_C : $I_C = \frac{\lambda_{MAX} - n}{n - 1}$ 。其中： λ_{MAX} 为判断矩阵的最大特征根， n 为矩阵的阶数。一致性比率(consistency ratio, R_C): $R_C = I_C / I_R$ 。以 0.10 作为矩阵最大一致性比率，当 $R_C = 0$ 时，判断矩阵具有完全一致性；当 $R_C < 0.10$ 时，判断矩阵具有可以接受的一致性；当 $R_C \geq 0.10$ 时，判断矩阵不具一致性，需要进行修改调整。采用加权几何平均综合判断矩阵法，进行专家群组综合，最终得出各指标权重总排序结果如表 2。

表 2 层次总排序

Table 2 General sequence of all levels

因子	$B_1(0.565\ 8)$			$B_2(0.205\ 2)$		$B_3(0.229\ 0)$	各因子 最后权重
	$C_1(0.352\ 5)$	$C_2(0.133\ 5)$	$C_3(0.079\ 9)$	$C_4(0.118\ 7)$	$C_5(0.086\ 5)$	$C_6(0.229\ 0)$	
D_1	0.287 0						0.101 2
D_2	0.713 0						0.251 3
D_3		1.00 0					0.133 5
D_4			0.615 7				0.049 2
D_5			0.384 3				0.030 7
D_6				0.416 7			0.049 4
D_7				0.583 3			0.069 2
D_8					0.527 8		0.045 6
D_9					0.472 2		0.040 8
D_{10}						0.565 3	0.129 5
D_{11}						0.188 6	0.043 2
D_{12}						0.246 2	0.056 4

3.3 准则层初步评价

根据在莫莫格自然保护区的调查资料，该自然保护区各项评价指标的评价结果如表 3 所示。

3.3.1 湿地环境状况评价 湿地环境状况选取了湿地水环境及保护区内植被状况 2 个方面进行评价。从评价结果来看：4 个指标得分均为 50~70 分。湿地水量得分最低为 50 分，这是由于 1998 年过后，处于枯水期，降水较少，部分河段已经干涸，湿地面积逐渐减少(表 4)，这使湿地生态恶化较为严重。湿地

具有多种生态服务功能,湿地生态恶化直接影响栖息于湿地的物种的生存状况,是亟待解决的问题。2008年的水质监测资料统计分析表明,莫莫格周边水域——嫩江的年平均水质为地面水Ⅳ类水质,超标污染物为氨氮,主要体现在封冻期的11-12月,1-2月氨氮超标,化学需氧量、五日生化需氧量个别月份也有超标现象,总体评价嫩江水质尚可;洮儿河年平均水质类别为地面水Ⅲ类水质,氨氮、化学需氧量、五日生化需氧量在1-3月有超标现象,总体评价洮儿河水质较好;月亮湖年均水质类别为地面水Ⅴ类水质,主要超标污染物为化学需氧量、五日生化需氧量、高锰酸钾指数、氟化物,月亮湖水质较差^[14]。莫莫格保护区所处区域的地带性植被为草原植被,主要植被群落类型为沙地疏林、沙地灌丛、草原、草甸、沼泽、水生及田间、路边、撂荒地杂草等。根据2009年该自然保护区野生动植物及水文本底调查报告得出,本地区共记录高等植物600余种^[10],维管束植物469种,分属于78科,271属,植物种类较为丰富。

表3 莫莫格国家级自然保护区生态评价各指标得分

Table 3 Scores of ecological evaluation indexes on Momoge National Nature Reserve

指标	得分	指标	得分	指标	得分
D_1	65	D_5	80	D_9	60
D_2	60	D_6	50	D_{10}	95
D_3	50	D_7	60	D_{11}	85
D_4	70	D_8	70	D_{12}	90

表4 莫莫格国家级自然保护区湿地面积调查统计

Table 4 Wetland area statistics of Momoge National Nature Reserve

年份	保护区总面积 $\times 10^4/\text{hm}^2$	湿地面积 $\times 10^4/\text{hm}^2$	占保护区总面积/%
1980-1995	14.4	10.08	>70
1996-1997	14.4	7.2~5.76	50~40
1998-1999	14.4	11.52	>80
2000-2004	14.4	6.40~5.76	45~40
2005-2009	14.4	6.00	<42

3.3.2 保护对象状况评价 自然保护区的是为保护特定保护对象而划定的区域,故对保护对象状况的维持与改善是保护区设立的直接目标,保护对象的状况直接反映自然保护区内生态状况。莫莫格自然保护区的保护对象是水鸟,故该地区水鸟及重点保护水鸟的种数、种群数量及水鸟稀有性,可以直接反映该自然保护区的生态状况。结合历史资料和走访群众,共调查到保护区鸟类298种,隶属17目50科,种数占全国鸟类种数的25.56%,占吉林省的91.69%,非雀形目鸟类占57.72%,其中国家一级保护动物9种(表5)。

表5 莫莫格国家级自然保护区鸟类资源汇总表

Table 5 Summary of the bird resources in Momoge National Nature Reserve

项目	类型	种数	所占比例/%	项目	类型	种数	所占比例/%
生态分布	水域沼泽	151	50.67	区系	古北种	233	78.19
	草甸	50	16.78		东洋种	20	6.71
	林地	122	40.94		广布种	45	15.10
	农田	24	8.05	保护类型	I	9	3.02
夏候鸟	95	31.88	II		41	13.76	
冬候鸟	16	5.37	*		220	73.83	
旅鸟	33	11.07	调查		120	40.27	
迁徙状况	留鸟	154	51.68	资料来源	记载	176	59.06
				访问	2	0.67	

说明: *表示列为国家保护的有益或者具有重要经济、科学研究价值的鸟类。

另外，从已获得的莫莫格自然保护区重点保护对象白鹤的历年监测数据(图2)来看，白鹤的种群数量不但没有下降，反而是逐年递增的。以上数据均表明了保护区对象的种数、种群数量及稀有性状况很好，故 D_{10} 、 D_{11} 和 D_{12} 指标得分较高。

3.3.3 社会经济活动影响评价 从指标得分情况来看，对莫莫格自然保护区影响较大的3项社会经济活动的各个指标得分为50~80分，其中，石油及畜牧业得分较低。备受关注的石油开采活动近年来逐渐减少年开采量，由2000年开采高峰的 $100 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ ，减少到现在的不足 $30 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ ，且废水排放均已达标。但开采机械对保护对象的干扰、开采中对植被的破坏等使石油开采活动仍对保护区有很大的影响。从调查情况看，畜牧业对保护区的影响正逐步凸显，保护区内牛羊等牲畜数量急剧增长，已远超出其负载能力，草场荒漠化、盐碱化的进程加速，草场退化导致草原面积不断缩小，从而威胁鸟类生存，另外牲畜也会对鸟类的营巢造成践踏干扰^[15]，应尽快研究该地区的畜载量，严格控制，防止其造成草场退化。

3.4 综合评价结果

综合评价指数是反映评价目标好坏的依据。在此评价中，综合评价指数的值越大，说明评价区域的生态质量越好。综合评价指数可作如下等级划分： $80 < S \leq 100$ ，生态质量很好； $60 < S \leq 80$ ，生态质量较好； $40 < S \leq 60$ ，生态质量一般； $20 < S \leq 40$ ，生态质量较差； $S \leq 20$ ，生态质量很差。综合评价指数：

$$S = \sum_{i=1}^n I_i \times W_i$$

其中： I_i 表示第 i 个指标的得分， W_i 表示第 i 个指标的权重。经计算，最终莫莫格自然保护区得分 $S = 67.54$ 。说明莫莫格自然保护区生态质量较好。

4 讨论

从评价结果分析来看，该保护区主要问题及解决对策：①由于人为干扰因素的逐年扩大，如过度放牧、开垦湿地和油田开采等，保护区内局部环境受到严重破坏，风沙干旱造成草场退化。一方面应采取封闭管理，实行封沙育林和育草，自然恢复生境。另一方面采取人工促进的方式，在油田开发受损湿地移植苔草和小叶章，尽快恢复原始植被。②由于开采量及开采规模的减小，石油开采对保护区的影响有所减小，而畜牧业对自然保护区的影响逐渐凸显，由于目前尚无有关畜载量的科学指导，部分地区出现了因畜牧养殖而造成的草场退化现象。建议保护区管理部门加强与科研部门的交流合作，对保护区的建设及保护区内资源利用开发进行科学的规划与指导，并加强牧业管理，建立人工围栏，实施封闭保护，在保护区外其他放牧区域，要改变传统的牲畜散放饲养方式，建立牧草繁育场，并给予牧民一定的经济补助；③湿地环境状况方面，最主要的问题是受目前气候变化影响较大，湿地面积近几年逐年减小，这严重影响该自然保护区的生态状况，由于嫩江水资源较为丰富，莫莫格自然保护区具有恢复湿地的外部条件，目前莫莫格保护区管理局已实施“引嫩入区”水利工程，以确保湿地供水。

综合上述，基于社会经济活动影响的莫莫格自然保护区生态评价采用的评价方法、建立的指标体系能够较准确反映莫莫格自然保护区目前的状况，可为莫莫格自然保护区的发展提供必要的管理措施和有效的参考依据。但因为保护区内反映影响生态状况的生态因子众多，所选取的指标不能全面反映莫莫格自然保护区的整体状况，指标合理优化选取还值得深入探讨；其次，涉及个别指标的定量化有一定的主观性，评价方法有待进一步深入的研究。

参考文献：

- [1] 国家统计局. 中国统计年鉴[Z]. 北京：中国统计出版社，2011.
- [2] CALAIS S S, KIRKPATRICK J B. Impact of trampling on natural ecosystems in the cradle mountain-lake St Clair Na-

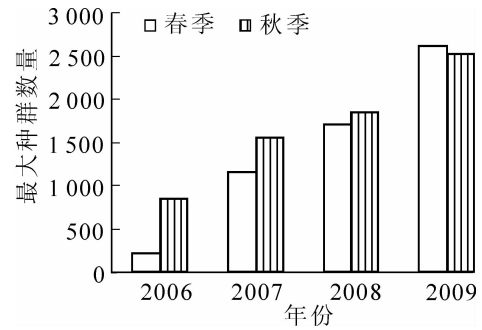


图2 白鹤最大种群监测数据图

Figure 2 Monitoring statistics of white crane's population

- tional Park [J]. *The Aust Geogr*, 1986, **17** (1): 6 - 15.
- [3] FAKÜLTESİ A Ü Z. Impact of recreational trampling on the natural vegetation in Termessos National Park, Antalya-Turkey [J]. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 2009, **15** (3): 249 - 258.
- [4] CALGARY A. *Scoping of Ecological Impacts of Mining on Canada's National Parks* [R]. Calgary: AXYS Environmental Consulting Ltd., 2002.
- [5] 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.
ZHENG Yunwen, XUE Dayuan, ZHANG Gengsheng. Study on ecological evaluation criteria and standards for nature reserves in China [J]. *Rural Eco-Environ*, 1994, **10** (3): 22 - 25.
- [6] 王金叶, 阳漓琳, 郑文俊, 等. 自然保护区生态旅游环境影响评价——以猫儿山国家级自然保护区为例[J]. 中南林业科技大学学报: 社会科学版, 2010, **4** (1): 105 - 108.
WANG Jinye, YANG Lilin, ZHENG Wenjun, *et al.* Impact assessment of ecotourism environment of national reserve: a case study of Mao'er Mountain National Nature Reserve [J]. *J Cent South Univ For Technol Soc Sci*, 2010, **4** (1): 105 - 108.
- [7] 陈树召, 才庆祥, 周伟, 等. 矿业开发的生态影响评价指标体系[J]. 中国矿业, 2009 (3): 42 - 44.
CHEN Shuzhao, CAI Qingxiang, ZHOU Wei, *et al.* Index system of mining exploitation ecological effect appraisal [J]. *China Min Magazine*, 2009 (3): 42 - 44.
- [8] 郑刚, 刘庄, 张永春, 等. 基于模糊综合评价的流域社会经济活动对太湖生态影响评价研究[J]. 环境工程学报, 2009, **2** (12): 1705 - 1710.
ZHENG Gang, LIU Zhuang, ZHANG Yongchun, *et al.* Research on the ecological impact assessment of Taihu Lake affected by basin's society and economy based on fuzzy comprehensive evaluation [J]. *Chin J Environ Eng*, 2009, **2** (12): 1705 - 1710.
- [9] 于国海, 孙孝维. 莫莫格保护区野生动植物及水文本底调查报告[R]. 镇赉: 吉林莫莫格国家级自然保护区管理局, 2009.
- [10] 刘婷婷. 莫莫格湿地景观格局变化及景观生态建设研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2006.
LIU Tingting. *Study on Landscape Pattern Change and Ecological Construction of Momoge Wetland* [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2006.
- [11] 刘来福, 曾文艺. 数学模型与数学建模[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1997.
- [12] 石金莲, 李俊清, 李绍泉, 等. 辽宁老秃顶子国家级自然保护区评价[J]. 林业科学研究, 2004, **16** (6): 720 - 725.
SHI Jinlian, LI Junqing, LI Shaoquan, *et al.* The evaluation of Laotudingzi Nature Reserve of Liaoning Province [J]. *For Res*, 2004, **16** (6): 720 - 725.
- [13] 张昌贵, 李景侠, 强晓鸣. 陕西牛背梁国家级自然保护区生态评价 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, **37** (2): 73 - 80.
ZHANG Changgui, LI Jingxia, QIANG Xiaoming. Ecological assessment of Niubeiliang National Nature Reserve in Shaanxi Province [J]. *J Northwest A & F Univ Nat Sci Ed*, 2009, **37** (2): 73 - 80.
- [14] 郎振华, 胥铭兴, 孙晓梅. 莫莫格湿地地表水环境现状与保护[J]. 东北水利水电, 2009, **27** (11): 54 - 55.
LANG Zhenhua, XU Mingxing, SUN Xiaomei. Surface water environment status and conservation in Momoge wetland [J]. *Northeast Water Resour Hydropower*, 2009, **27** (11): 54 - 55.
- [15] 卜楠龙, 于国海, 孙孝维, 等. 吉林莫莫格国家级自然保护区春季水鸟多样性分析[J]. 安徽农业科学, 2010 (25): 13734 - 13738.
BU Nanlong YU Guohai, SUN Xiaowei, *et al.* Diversity analysis on spring waterfowl in Momoge National Nature Reserve of Jilin [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2010 (25): 13734 - 13738.