

# 博斯腾湖小湖区湿地变化及其保护对策研究<sup>\*</sup>

王影,李新国<sup>\*</sup>,李会志,任云霞

(新疆师范大学 地理科学与旅游学院,新疆 乌鲁木齐 830054)

**摘要:**运用 RS 和 GIS 技术,采用密度分割法对博斯腾湖小湖区 4 个时期的遥感影像 NDVI 值进行了解译。结果表明,近 30a 来博斯腾湖小湖区湿地环境问题严重,突出表现在小湖区湿地面积萎缩、沼泽景观持续退化、生物多样性减少、水质咸化等方面。针对湿地存在的环境问题,分析原因并提出相应的保护对策。

**关键词:**湿地;环境问题;变化;保护对策;博斯腾湖小湖区

**中图分类号:** X82

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-6482(2010)02-123-07

## 引言

湿地是水陆相互作用形成的特殊自然综合体,因其具有巨大的水文和元素循环功能,被誉为“地球之肾”,湿地在抵御洪水、调节径流、蓄洪抗旱、控制污染、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造陆、美化环境等方面有其他系统不可替代的作用<sup>[1]</sup>。作为中国干旱区湿地生态系统—博斯腾湖湿地,不仅在维持区域生态平衡,保持生物多样性等方面具有重要的作用,而且还为周边地区的社会和经济可持续发展提供了不可替代的自然支持系统<sup>[2]</sup>。博斯腾湖水域及湖滨区历史上曾是湖泊星罗棋布、湖水烟波浩渺、沼泽植被繁茂、芦苇丛生的地域,然而,由于人类社会活动的影响,博斯腾湖的环境质量逐年退化<sup>[3]</sup>,突出表现在小湖区湿地面积萎缩、芦苇湿地功能退化、生物多样性减少、水质咸化等方面,对博斯腾湖湿地的保护与治理已势在必行。

## 1 研究区概况

### 1.1 自然地理概况

博斯腾湖位于新疆南部的巴音郭楞蒙古自治州,地处焉耆盆地,地理位置 41°45' N ~

42°15' N, 86°00' E ~ 87°26' E。博斯腾湖水域及湖滨湿地,东西长 91 km,南北宽 31.5 km,总面积 1513.3 km<sup>2</sup>,由大湖(即博斯腾湖)、小湖群、湖滨湿地三部分组成(见图 1)。大湖水域辽阔,东西长 55 km,南北平均宽 20 km,历史最高水位 1049.39 m,最低水位为 1044.63 m<sup>[4]</sup>,博斯腾湖既是开都河的归宿,也是孔雀河的源头。

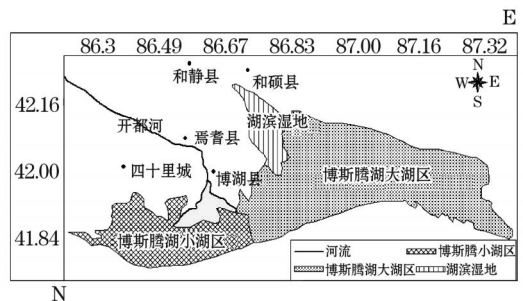


图 1 博斯腾湖地理位置示意图

Fig. 1 Schematics Bosten Lake's geographical position  
博斯腾湖小湖区位于大湖区西南,地理坐标 41°45' N ~ 41°55' N, 86°20' E ~ 86°41' E, 处开都河三角洲、孔雀河河漫滩和博斯腾湖湖滨的交汇地带,地面支沟、河叉、小湖群相串通,洪水期大水漫溢,枯水期地表变干。地下水位埋深 10 ~ 60 cm,河湖沿岸积水深 20

<sup>\*</sup> 基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研计划项目基金。(编号 XJ EDU2009S69)资助

第一作者简介:王影(1981-),女,主要从事干旱区资源与环境遥感方向的研究,E-mail:Wangying168@foxmail.com

<sup>\*</sup> 通讯作者:李新国,E-mail:lxg@xjnu.edu.cn

收稿日期:2009-05-04

~30cm。地表为第四纪冲积、湖积物,由颗粒组成较细的亚沙土、亚粘土交替沉积层,透水性差,造成地表水分的停滞和积聚。

## 1.2 生物资源概况

### 1.2.1 动物资源

博斯腾湖共有浮游动物 48 属 104 种,其中原生动物 9 属 34 种,轮虫 18 属 33 种,枝角类 12 属 21 种,桡足类 9 属 16 种;底栖动物 17 种,其中寡毛类 2 属 4 种,水生昆虫 8 属 10 种,软体动物 3 种<sup>[5]</sup>。哺乳动物主要有:野兔、野猪、獐子、旱獭等。博斯腾湖是新疆最大的渔业基地,目前实有鱼类 32 种,隶属于 6 目 11 科,主要种类有:鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼、鲫鱼、河鲈和池沼公鱼等。常见的鸟类有大白鹭、绿头鸭、红嘴鸥、鸬鹚等。其中国家一级保护动物黑鹳、白鹳,国家二级保护动物角鸬、灰鹤、斑

嘴鸬鹚、小苇千干鸟、大天鹅<sup>[6]</sup>。

### 1.2.2 植物资源

博斯腾湖湿地浮游植物共有 7 门 77 属 130 种。水生维管束植物 12 科 17 种。其中芦苇是该地区重要的野生植物资源,沼泽植物群落以芦苇为建群种。博斯腾湖小湖区沼泽微地貌类型和水分条件不同,土壤类型多样化,沼泽植被呈现明显差异。根据芦苇高度、基茎粗及单位面积产量,中国科学院长春地理研究所经过考察对博斯腾湖小湖区芦苇划分为 4 种类型(见表 1)。博斯腾湖芦苇与湿地的其它生物资源一起形成了一个复杂的生态系统,这些资源之间通过相互协同作用,使博斯腾湖湿地表现出天然的生态功能。其生态功能突出体现在调节气候、净化污水、促淤防蚀、防洪固堤、维持生物多样性等方面。

表 1 博斯腾湖小湖区芦苇分类标准

Table 1 Classify criterion about reed of the small lake in Bosten Lake

类型 Type	一类芦苇 The first grade (高大型) Tall type	二类芦苇 The second grade (中间型) Middle type	三类芦苇 The third grade (矮小型) Small type	四类芦苇 The fourth grade (杂草混生型) Weeds mixed type
地貌部位 Landform position	河湖边缘	距河湖稍远	距河湖更远的地方	沼泽外缘地带
地表形态 Earth's surface shape	地势低洼	平坦	地势稍高	地势较高
土壤类型 Soil types	腐殖质沼泽土	泥炭土和盐化泥炭 腐殖质沼泽土	泥炭土	盐化泥炭土和盐 化草甸沼泽土
积水状况 Seeper conditions	常年积水	季节积水	常年不积水	地表干燥
积水深度 The depth of seeper	30-50cm	20-30cm	无 cm	无 cm
高度 Height	350-600cm	250-350cm	150-250cm	< 150cm
基茎粗 Stem diameter	> 1.2cm	0.8-1.2cm	0.5-0.8cm	< 0.5cm
单产 Yield per unit	18.2t/hm <sup>2</sup>	10-18.2t/hm <sup>2</sup>	4-10t/hm <sup>2</sup>	1-4t/hm <sup>2</sup>
盖度 Cover degree	> 80%	60% - 80%	50% - 60%	< 50%
伴生植物 Accompanying plants	极少量苔草	少量苔草	少量拂子茅	多量拂子茅杂草

## 2 数据源选择与研究方法

本文采用 1972 年 10 月 5 日 MSS、1990 年 10 月 16 日 TM、2000 年 9 月 17 日 ETM、2005 年 9 月 15 日 CBERS 影像数据。非遥感数据 2000 年土地利用现状图、以及

1:50000 地形图,统计资料有研究区相关的自然和经济有关年鉴资料。

本研究选用资料时间跨度比较长,能真实地反映湿地资源的动态变化。首先,在 ERDAS IMAGE 8.6 遥感图像处理系统中,将四期影像与 1:50000 地形图配准,对影像

进行几何精纠正,利用蓝光波段(MSS 图像用绿光波段)提取出小湖区范围;为更好的分析小湖区各时期湿地面积,掌握其变化规律,根据植被在 MSS、TM、ETM 和 CBERS 影像中的第 3 波段大于第 4 波段的光谱亮度值,而其它地物的第 3 波段的光谱亮度值小于第 4 波段,从而较为容易地把植被提取出来。由于水体在第 3 波段和第 4 波段的变化量最小,所以水体表现的颜色比较暗,和其它的地物有比较明显的灰度差异,可以将植被指数图像通过阈值分割的方法将水体提取出来(见图 2~5)。归一化植被指数(NDVI)的公式为:  $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ ,其中: NIR 为近红外波段,R 为红光波段。分别对 4 期图像做 NDVI 指数变换,再根据区域的植被特征,建立解译标志,截取一定阈值,提取出小湖区近 30a 的湿地变化规律。

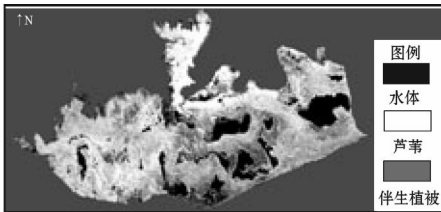


图 2 博斯腾湖小湖区 1972 年 10 月 NDVI 指数影像  
Fig. 2 NDVI index image of the small lake in Bosten Lake taken on Oct. 1972

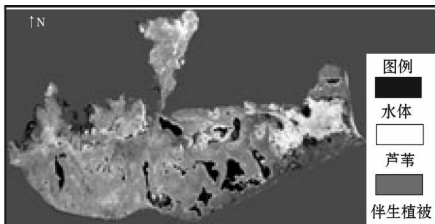


图 3 博斯腾湖小湖区 1990 年 10 月 NDVI 指数影像  
Fig. 3 NDVI index image of the small lake in Bosten Lake taken on Oct. 1990

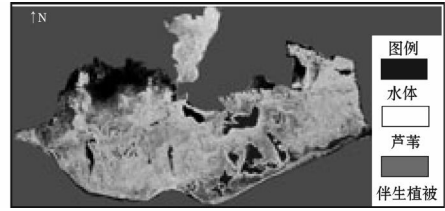


图 4 博斯腾湖小湖区 2000 年 9 月 NDVI 指数影像  
Fig. 4 NDVI index image of the small lake in Bosten Lake taken on Sep. 2000

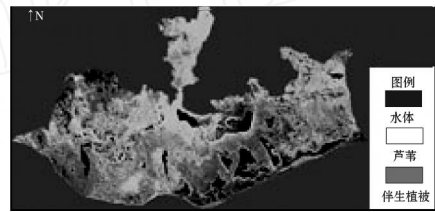


图 5 博斯腾湖小湖区 2005 年 9 月 NDVI 指数影像  
Fig. 5 NDVI index image of the small lake in Bosten Lake taken on Sep. 2005

### 3 结果与分析

#### 3.1 结果

##### 3.1.1 小湖区湿地面积萎缩

通过对 4 期遥感影像 NDVI 值统计(见表 2),得出小湖区面积虽然从 1970 年代至今有一个从大到小,又从小到大的过程,即从 1972 年的 71844.12hm<sup>2</sup> 减小到 1990 年的 64917.54hm<sup>2</sup> 后又增加至 2005 年的 68708.09hm<sup>2</sup>,但是,总体上呈现萎缩的趋势。

表 2 博斯腾湖小湖区面积统计表(hm<sup>2</sup>)

Table 2 Statistics of areas of small lake in Bosten Lake

影像 Image	NDVI 值	1972 MSS	1990 TM	2000 ETM	2005 CBERS
水生植物 Aquatic plants	NDVI > 0.1	29854.65	22036.99	27541.25	31875.28
水体 Water	NDVI < 0.1	41989.47	42880.55	43025.05	36832.80
小湖区面积 Area of small lake	- 1 < NDVI < 1	71844.12	64917.54	70566.30	68708.09

### 3.1.2 芦苇湿地功能退化

芦苇湿地在调节气候、净化水质、防止水土流失、美化环境、维持生物多样性等方面具有重要作用。由于受水位变化、水质恶化、人为破坏等因素的影响, 波斯腾湖小湖区不仅芦苇面积减小、蕴藏量降低(见图6), 而且芦苇高度、生长量等品质指标也呈现下降趋势。导致芦苇湿地功能退化, 对局部小气候的调节能力降低。

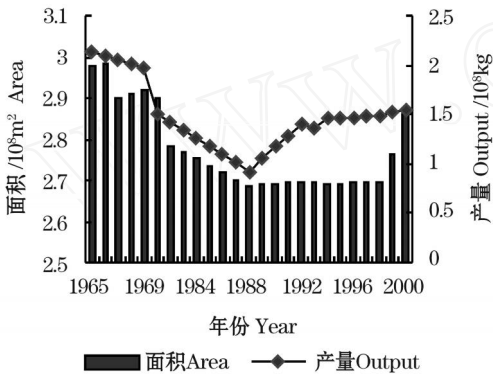


图6 波斯腾湖小湖区芦苇面积、产量年际变化  
Fig. 6 Inter-annual changes of reed area and yield of the small lake in Bosten Lake

### 3.1.3 生物多样性减少

波斯腾湖小湖区不仅盛产芦苇, 也是水禽的栖息地, 鱼类的繁殖场所, 生态作用极为重要。许多珍稀野生动物绝迹, 鹈鹕、黑鹳、小苇莺等珍稀水禽种群数量大为减少, 鱼类种群结构单一, 中国特有的扁吻鱼(新疆大头鱼)和裂腹鱼(尖嘴鱼)已濒临灭绝。湖区周围很难见到野猪、獐子, 旱獭、野兔等也在减少。

### 3.1.4 水质咸化

据1950年调查, 波斯腾湖湖水矿化度不足1.0g/L, 而到了1980~1990年, 湖水矿化度已上升到1.32~1.99g/L, 波斯腾湖已由淡水湖发展到微咸水湖, 从1950年到20世纪末波斯腾湖的含盐量亦呈稳步上升趋势(见图7)<sup>[3]</sup>。

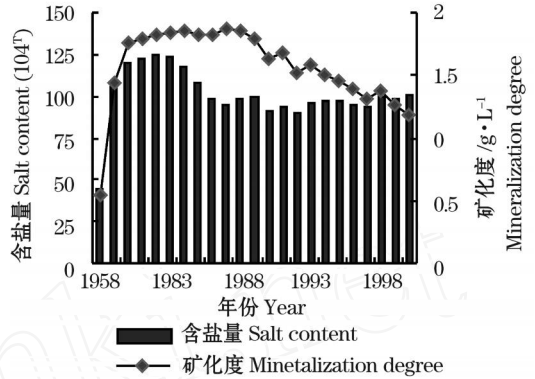


图7 波斯腾湖湖水矿化度及总盐量年际变化示意图

Fig. 7 Inter-annual changes of mineralization degree and salt content of Bosten Lake

### 3.1.5 水体富营养化

据统计, 波斯腾湖每年有1000万吨的工业废水、600万吨的生活污水和2.10亿立方米的农田排水注入, 排入湖区的有机物质约6000t/a, 氮、磷等营养物约300t/a, 波斯腾湖全湖处于中营养状态, 部分水域达到中富营养水平<sup>[3]</sup>。

## 3.2 小湖区湿地变化原因分析

小湖区面积萎缩、湿地景观持续退化以及生物多样性明显减少是自然因素和人为因素共同作用的结果。

### 3.2.1 自然因素

**气候** 波斯腾湖小湖区属于暖温带大陆性干旱气候, 受海洋气候影响十分微弱。年平均日照时数3074~3143h。年平均降水量64.7mm, 年蒸发量1881.2mm, 蒸发量是降水量的15~18倍。春季3~5月多西北风, 最大风速20m/s。

**水位** 波斯腾湖水位的变化与主要补给河流——开都河径流量的变化有直接关系, 开都河流域集水区主要依靠大气降水和冰川融水补给, 其径流量占波斯腾湖入湖总径流量的80%以上, 是波斯腾湖最主要的补给水源。然而, 数十年来开都河的径流量波动较大, 导致波斯腾湖水位波动较大(见图8)。

博斯腾湖水位大幅变动,对水生植物生长、草上自然产卵鱼类和其它以底栖动物和水草为生的水生生物的繁殖和生长影响很大。博斯腾湖水位大幅度升降,对芦苇的生长和产量影响尤为明显。水位下降,生长芦苇的条带变成滩地,丧失灌水条件,芦苇衰退,底质也发生变化,新生芦苇的生长条件就变劣;水位升高,在一定程度上影响芦苇生长,使芦苇面积缩小、长势衰退,甚至在某些地区淹没芦苇,致使芦苇死亡,湿地生态功能退化,其降解、过滤、净化污染物的作用减弱,维持生态及调节气候的功能也有所下降<sup>[4]</sup>。

▲ 开都河径流量 Flux of kaidu river  
● 博斯腾湖水位 Water level of Bosten Lake

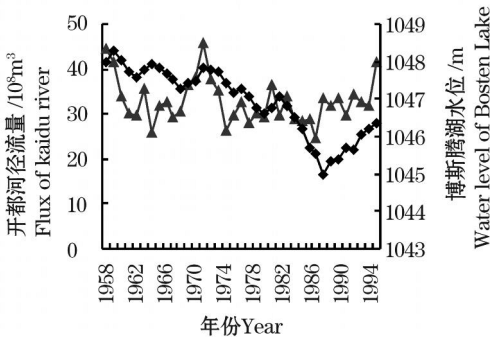


图 8 开都河径流量与博斯腾湖水位对照图  
Fig. 8 Comparison chart between the flux of Kaidu River and water level of Bosten Lake

### 3.2.2 人为因素

**引水灌溉** 近年来,由于引用开都河灌溉量增大(见图 9),导致汇入博斯腾湖水量减少,致使博斯腾湖的水位下降。加之 1987 年以前,环博斯腾湖地区进行了大规模的土地开发引水,农业灌溉多采用大水漫灌的方式,造成了大量的水资源浪费。水位下降满足不了芦苇生长对水分的需要。一、二类芦苇面积减少,三、四类芦苇面积扩大,原来混生杂草的芦苇沼泽演变成盐化草甸,芦苇高度、基茎粗变矮变细。

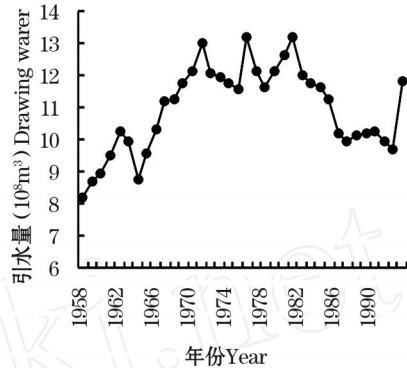


图 9 开都河引水量变化示意图

Fig. 9 Changes of the drawing water of Kaidu River

**污染物排放** 近几十年来,随着当地人口的不断增加和工农业生产的快速发展,排向湖区的污染物逐年增多,博斯腾湖的水质污染也逐年加重。博斯腾湖接纳了整个焉耆盆地的工农业生产和生活污水,这些污水和农田排水主要是依靠 26 个干排(包括 10 家企业的工业废水)和开都河流入博斯腾湖。导致博斯腾湖及小湖区湿地生态环境恶化。表 3 列举了汇入博斯腾湖小湖区的干排名称及其排污口的排污特性。

表 3 博斯腾湖小湖区主要排污口排污特性

Table 3 Characteristics of the main sewage outlets of the small lake in Bosten Lake

干排名称 Name of main offtake	控制范围 Control range	排污 特性 Characteristics	主要污染物 The main pollutants
团结总干排	焉耆县 3 个乡	农田	COD、BOD、氟
四十里城子干排	四十里城	农田	COD、氨氮
27 团二干排	工一师 11 农场	农田	COD、氨氮
27 团总干排	27 团 2 万亩	农田	COD、氨氮
永宁乡总干排	光明、查汗奴尔	农田	BOD、磷
永宁乡东干排	光明三大队四队	农田	COD、氨氮
查干诺尔干排	查汗奴尔	农田	COD、氨氮
才坎诺尔乡干排	才坎诺尔乡	农田	COD、氨氮

**无节制的放牧** 当地牧民有“吃饱靠苜蓿,上膘靠芦苇”之说,认为芦苇是春季牲畜抓膘的优良牧草。春夏两季,牲畜喜食,尤其是羊和驴最喜欢吃。冬季干枯时,羊也采食,

而且山羊喜食根部,使芦苇无法再生,导致芦苇大面积减少。

**人为对芦苇的砍伐** 芦苇具有较高的经济、社会和生态价值。它不仅是优良的牧草,可以造高级纸张或纤维板,而且具有药用价值,主治高热烦渴、牙龈出血、鼻出血、胃热呕吐、肺脓疡、大叶性肺炎、气管炎。还是优良的建筑材料,可以做民用房顶、编织席子、帘子。正是由于芦苇的用处众多,人类的环保意识薄弱,导致人为对芦苇资源的大量砍伐,芦苇蕴藏量降低,品质下降。

**围湖造田** 由于湖滨土地肥沃,人口增加后大面积的围湖造田,致使湿地面积逐渐减少,原来的湿地草甸现已植被稀疏,沙石裸露,湖滨湿地退化为盐碱地。历史上大湖、小湖、湖滨湿地为一整体,由于开都河南部人工河堤的整治,导致南部的水被阻止,大湖和小湖不再有汊流相通,只有小湖之间互流<sup>[7]</sup>。

**水利设施的修建** 近几十年来,博斯腾湖流域进行了大规模的水利工程建设,包括引水工程、蓄水工程、灌溉工程、提水工程、灌区排水工程等,这些水利工程在防洪、发电、蓄水灌溉等方面带来良好效益的同时,也对湖泊的生态环境和水产资源带来了不利影响。

## 4 对策与建议

为保持博斯腾湖湖泊及其湿地生态系统以及生物多样性,应以水体治理和生物措施为重点,以工程措施治理为突破,本文结合博斯腾湖流域具体情况提出了以下保护对策。

### (1) 强化环境宣传教育,提高公众环保意识

运用大众传播媒介,开展以湖泊环境和资源保护为内容的法律、法规宣传教育,建立区域湿地宣传教育培训中心,普及和深化水资源保护的科学知识,从而使全社会充分了解和认识保护湖泊水环境的重要性。

(2) 建立湿地地理信息系统,促进湿地资源的持续发展

利用 RS、GIS 和 GPS 等先进技术手段,建立湿地数据库,并进行属性编码,在地理信息系统平台下通过集成,形成湿地地理信息系统;同时属性数据库中还可以输入大量有关污染源的信息,以帮助进行空间分析,从而有效控制和监测点源与面源污染。利用 GIS 的强大空间分析功能,对保护区湿地进行时空分析,建立预测模型和指标模型,通过预定模型实施信息的运转,逐步进行修正和完善,正确指导湿地的持续开发利用,经济与环境的协调发展<sup>[8]</sup>。

### (3) 搞好芦苇湿地恢复工程

要恢复湿地生态系统,为其它生物种群提供良好的栖息环境。首先对博斯腾湖现有湿地进行封育和保护,防止边恢复边破坏的情况发生,其次对湖滨退化湿地实施人工育苇工程,再次从典型耐盐植物中筛选表现良好的物种进行大面积栽培,以逐步恢复湿地环境到原有的生态景观<sup>[9]</sup>。

(4) 加强对农田排水的控制,以及对重点排污口和城镇生活污水的治理

农田排水、排污口、生活污水是造成博斯腾湖水污染的主要原因,因此,必须加强对农田排水的控制,控制农田化肥、农药的使用量,减少氮、磷元素流失量和入湖量,同时推行清洁生产;加强对重点排污口和城镇生活污水的治理,以达标排放,从而实现达到保护博斯腾湖水质的目的。

(5) 控制博斯腾湖水位变幅的范围,协调区域经济的发展

通过研究,博斯腾湖正常水位应控制在 1045 ~ 1047.5 m 之间,变幅为 2.5 m。当水位超过 1047.5 m 时,应加大向孔雀河的输水量,增加塔里木河下游地区生态用水。当低水位低于 1045 m 时,开展增源节水工程,适当开发焉耆盆地地下水,加大对博斯腾湖的淡水补给。推行节水型农业,加速博斯腾湖水体循环,提高湖泊的自然调节能力,改善该区域水体循环状况,减轻污染。

## 参考文献

- [1] 罗喜成,杨志国,刘彩云,等. 湿地的功能和效益[J]. 水土保持,2008,(5):91-92.
- [2] 孙玉芳,刘维忠. 新疆博斯腾湖湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 干旱区研究,2008,(5):741-744.
- [3] 董新光,周金龙,陈跃滨编著. 干旱内陆区水盐监测与模型研究及其应用[M]. 北京:科学出版社,2007:2-69.
- [4] 万洪秀,孙占东,王润. 博斯腾湖水位变动对湿地生态环境的影响[J]. 自然资源学报,2006,21(2):260-266.
- [5] 夏军,左其亭,邵民诚. 博斯腾湖水资源可持续利用[M]. 北京:科学出版社,2003:21-22.
- [6] 孙玉芳. 博斯腾湖湿地生态系统服务功能价值评估及可持续发展研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学高校教师在职攻读硕士学位论文,2006.
- [7] 万洪秀,孙占东,王润. 博斯腾湖湿地生态脆弱性评价研究[J]. 干旱区地理,2006,29(2):248-254.
- [8] 吕宪国,刘红玉. 湿地生态系统保护与管理[M]. 北京:化学工业出版社,2004:268-321.
- [9] 兰文辉,阿比提,安海燕. 新疆博斯腾湖流域水环境保护与治理[J]. 湖泊科学,2003,15(2):147-152.

## STUDY ON THE CHANGES OF THE SMALL LAKE WETLAND IN BOSTEN LAKE AND IT'S PROTECTIVE COUNTERMEASURES

WANG Ying, LI Xinguo, LI Huizhi, and REN Yunxia

**Abstract :** With the support of RS and GIS, four images of the small lake in Bosten Lake have been interpreted on the basis of density segmentation theory and method. The results show that the small lake wetland in Bosten Lake has taken place serious environmental problems in recent three decades, for example the small lake wetland shrinkage, marshes deterioration, loss of biodiversity and water quality degeneration. The causes of environmental changes in Bosten Lake are analyzed and some protective countermeasures and suggestions are put forward.

**Key words :** wetland; environmental problems; changes; small lake in Bosten Lake