

# 人类活动和气候变化对艾比湖湖泊面积的影响

周驰<sup>1,2,3</sup>, 何隆华<sup>1</sup>, 杨娜<sup>4</sup>

(1 中国科学院 南京地理与湖泊研究所, 南京 210008;

2 中国科学院 研究生院, 北京 100039;

3 国网电力科学研究院 信息技术研究所, 南京 210003;

4 武汉大学 水资源和水电工程科学国家重点实验室, 武汉 430072)

**摘要:** 新疆艾比湖地处我国西北干旱区, 为典型的内陆封闭性湖泊, 由于受内陆极端干旱气候及人类活动的影响, 导致湖泊面积显著变化。湖泊面积变化所导致的生态环境恶化已成为制约当地社会经济发展的重要因素。以不同年份的多源遥感数据为数据源, 分析了 1972—2008 年湖泊面积变化情况, 并分析了特征年内湖泊面积变化的原因。认为气候要素中降水对湖泊面积影响较大, 另外, 人类活动引起绿洲变化, 而绿洲农业灌溉用水对湖泊面积变化影响较大。同时, 还分析了湖泊萎缩引起的湖泊水质恶化以及湖滨植被退化和区域沙漠化等环境效应, 结果表明, 湖泊面积是流域生态保障的重要指标, 可作为反映湖泊流域生态情况的重要指标。由此提出了保护艾比湖生态环境的若干建议。

**关键词:** 湖泊面积; 生态环境; 遥感; GIS; 艾比湖

中图分类号: P532

文献标识码: A

文章编号: 0256-1492(2010)02-0121-06

湖泊可持续利用与管理是当今世界水问题研究的热点, 也是我国西部生态环境脆弱地区社会经济可持续发展的关键问题。湖泊对发展经济维持区域生态环境平衡起到了重要的作用, 然而, 由于大量围垦和拦截地表水流等人类活动致使湖泊面积变化剧烈, 许多湖泊日渐萎缩甚至消亡。我国西部干旱区湖泊萎缩干涸现象较多, 但是, 这些区域很难通过常规观测手段获得整体湖面变化信息。结合利用 RS 与 GIS 技术进行湖泊资源调查, 能够实时获取大尺度的湖泊信息, 进行湖泊信息时空分析, 有效地获取和分析湖泊变化信息, 从而达到对西部湖泊动态变化研究的目的, 同时, 也为湖泊及生态环境保护和西部水资源的合理开发与利用提供重要的基础资料。

艾比湖位于新疆博尔塔拉蒙古自治州精河县西北部( $44^{\circ}54' \sim 45^{\circ}08' N$ 、 $82^{\circ}35' \sim 83^{\circ}10' E$ )、准噶尔盆地的西南隅, 西北紧邻著名的风口阿拉山口, 是新疆最大的封闭性咸水湖(图 1)。湖水平均深度 1.4 m, 最大水深 3 m, 湖底平坦, 坡度为 0.15% ~ 0.37%, 湖面海拔 189 m, 湖盆为最低洼地, 是地表水和地下水的汇集中心。艾比湖湖区降水稀少, 蒸

发量大, 为典型的中温带干旱性气候。其多年平均降水量约为 105 mm, 年潜蒸发量 2 221 mm。艾比湖流域总径流量  $37.46 \times 10^8 m^3$ 。其中, 年径流量大于  $1 \times 10^8 m^3$  的河流有 7 条, 历史时期可直接注入湖中<sup>[1]</sup>。20世纪 50 年代以来, 由于区域人口迅速增

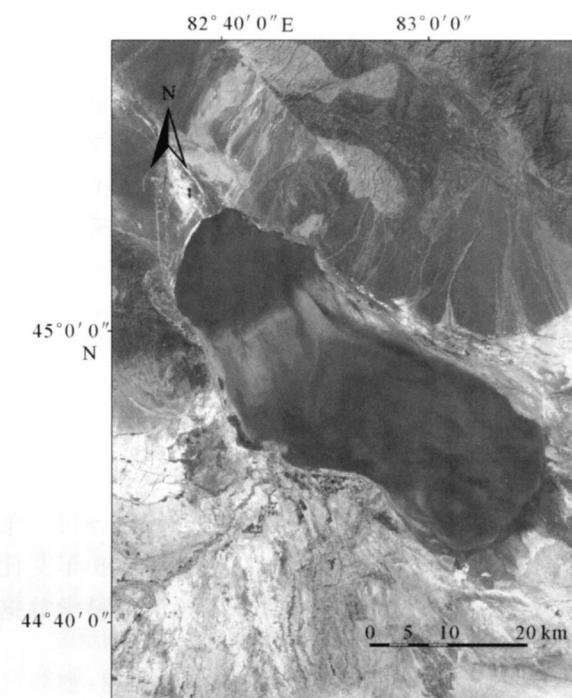


图 1 新疆艾比湖遥感影像

Fig. 1 Remote sensing image of Ebinur Lake

基金项目: 中国湖泊水质、水量和生物资源调查项目

(2006F Y110600)

作者简介: 周驰(1984—), 男, 硕士生, 主要从事资源环境遥感研究, E-mail: zhouchi1984@yahoo.com.cn

收稿日期: 2009-06-21; 改回日期: 2009-08-27. 文凤英编辑

加、工农业发展引水量大增以及水利工程的修建,流入艾比湖的地表径流不断减少,持续补给艾比湖的只剩博尔塔拉河和精河,其余河流则以潜流方式流入湖盆,入湖水量的快速减少导致湖泊萎缩,湖泊水域面积变化较大。

近年来,艾比湖研究主要集中在以下几个方面:(1)关于湖区沙尘暴的起因、危害及治理方略的研究<sup>[2-3]</sup>; (2)关于艾比湖流域第四纪环境方面的研究<sup>[4-5]</sup>; (3)湖泊水面变化的特征和原因分析及影响<sup>[6-7]</sup>; (4)艾比湖生态环境特征及其保护措施的研究<sup>[8-11]</sup>。本文将通过对湖泊年际和年内变化情况进行分析,结合气象资料和人类活动变化来探讨湖泊变化的主要原因,并分析湖泊面积变化对湖区生态环境的影响。

## 1 资料与方法

本次研究湖泊面积提取使用了 1972 年 MSS 数据,1990 年和 2001—2008 年 TM 的 9—10 月份数据,2004 年 3—12 月 MODIS 影像数据,其他年份数据引用其他资料数据<sup>[1]</sup>。Landsat 数据来自 Landsat 共享数据网,MODIS 数据来自 NASA 网站。

在 ERDAS 软件的支持下对 Landsat 数据进行处理,首先,对各影像数据进行条带噪声消除处理,处理后的数据使用标准假彩色合成,然后,对图像进行了精校正,误差要求为一个像元,从而实现几何纠正和归一化坐标系目标。最后,对遥感影像进行影像增强处理,去除图像噪声使水陆边界明显以便于提取湖面边界信息。而 MODIS 数据是在 ENVI 软件下,完成自动校正和转投影工作。最好在 GIS 软件 ARCGIS 平台下,根据图像光谱特征和纹理特征,提取出历年湖泊的边界。

艾比湖入湖径流主要来自于其周围的两大河流精河和博尔塔拉河。而流域范围内有两个气象站,分别是精河站和阿拉山口站,通过对这两个站 1970—2008 年气象数据的收集和分析,来研究艾比湖面积在各气象要素影响下所发生的变化。对湖泊面积与两站的气象因子做相关性分析,以分析气象因子对湖泊面积变化的影响。1970—2008 年艾比湖温度、降水等气象数据来源于中国气象科学数据共享服务网。

## 2 结果与分析

### 2.1 湖泊面积变化情况

艾比湖在过去几十年内,湖泊面积发生了剧烈的变化。湖泊面积年际变化情况如图 2 所示,湖泊面积从 1972 年以来先呈减少趋势,到 1990s 有所回升,上升幅度不大,呈小幅度波动。但在 2000 年后,艾比湖面积发生了急剧的增加,在 2003 年增加到了 837 km<sup>2</sup>,比过去 30 年内(1970s 以来)的最大面积值还高出将近 40%,之后虽然又下降,但在 2002 年至 2005 年这 4 年内的湖泊面积却是近 30 年内最大的几年,且增加幅度很大。自 2003 年以后湖泊面积逐年减少,至 2008 年湖泊面积仅 408 km<sup>2</sup>,成为近几十年来湖泊面积最小的年份。

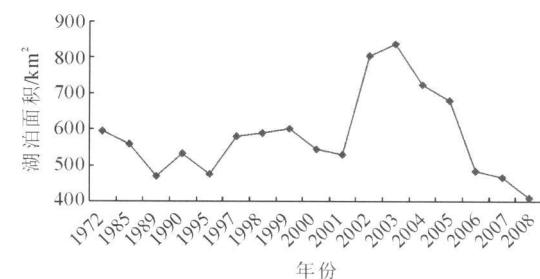


图 2 艾比湖湖泊面积年际变化

Fig. 2 Annual variation in water area of the Ebinur Lake

由于 2004 年前后湖泊面积变化显著,故选取 2004 年做特征年对湖泊面积的年内变化情况进行分析,其湖泊面积逐月变化情况如图 3 所示。

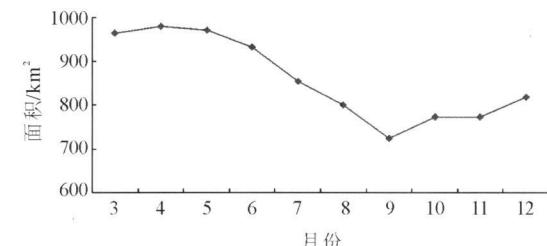


图 3 2004 年艾比湖湖泊面积动态图

Fig. 3 Change in water area of the Ebinur Lake in 2004

由图 3 可知,艾比湖湖泊面积变化季节性特征表现明显,3 月份湖滨地区的积雪开始融化,入湖水量丰富,加之冬半年气温低、蒸发量少,故该月份湖水位最高;5 月份博尔塔拉河枯水期开始,由于农业大量用水,截取入湖径流,加上夏季气温高,蒸发强烈,使湖水位逐渐下降;9 月中旬,新疆地区日照时间增长,湖面蒸发严重,且农田用水量较大,使艾比湖原本较浅的水位下降,面积缩减,湖泊面积在 9 月

呈现为最小的时期;随后,秋冬季节随着蒸发量的减少,农业用水量减少,湖泊水位逐渐恢复上升;直到翌年的3月份,积雪融化,艾比湖湖泊水位再次上升,湖泊面积增大。

## 2.2 气象因子对湖泊变化的影响

在全球气候背景下,西北干旱区的主要组成部分——新疆地区的气候也发生了变化。其主要表现为降水普遍增多,气温微弱上升。据新疆气象局资料,20世纪90年代新疆气温升高了 $0.3^{\circ}\text{C}$ ,但降水量却比80年代增加了20%~50%不等。新疆地区的主要湖泊,博斯腾湖、艾比湖等降水量普遍偏多5%~10%。夏季降水量偏多5%~20%,降水量增加直接导致河流水量增大。2005年水情年报记载,2005年新疆降水量比多年平均值偏多20%以上,地表水资源量比多年平均值偏多10%~20%<sup>[12]</sup>。

通过对精河站和阿拉山口站1970—2008年气象数据的收集和分析,来研究艾比湖湖泊面积在各气象要素影响下所发生的变化。根据前人的研究成果及各气象要素资料的可获得性,选择了平均气温、平均相对湿度、降水量、平均风速、日照时数5个气象要素进行分析。

分别计算各个站点各要素与湖泊面积的相关系数,其最终值如表1所示。

表1 各气象要素与新疆湖泊面积相关系数

Table 1 Correlation coefficients for meteorological factors and lake area

站点	平均气温	降水量	平均相对湿度	平均风速	日照时数
阿拉山口站	-0.4166	0.3646	0.4167	0.0592	-0.5572
精河站	-0.2417	0.4665	0.3906	-0.0101	-0.4900

可见湖泊面积与各因素的相关关系大小不一,其中与气温和日照时数呈反比,与降雨量和平均相对湿度呈正比,而与平均风速相关性不大。

表1中两个站得到的信息虽然不是十分一致,但可得出平均相对湿度和降水量与湖泊面积的相关系数较大,其中平均相对湿度又与降水量是密切相关的。为了较为形象地反映这一结论,列出图4予以说明。图中的平均降水量是对两站的数据进行加和求平均值处理后归一化的数据,由图中也可以明显看出,平均降水量与湖泊面积的变化具有很强的相关性,即随着降水量的增多,湖泊面积也相应增加。

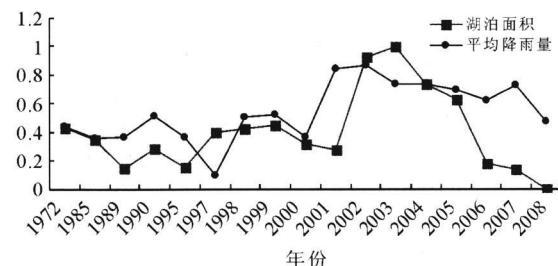


图4 归一化后平均降雨量和湖泊面积相关图

Fig. 4 Correlation between average rainfall and lake area after normalized

综上所述,可以初步认定,艾比湖湖泊面积在年际和年内变化都非常显著,而气候及人类活动的影响是影响艾比湖湖泊面积发生剧烈变化的两个重要因素。

## 2.3 人类活动对湖泊变化的影响

人类通过多种方式对湖泊产生影响,最显著的人类活动就是流域内农业用地的增加,灌溉水量的增加,大量地引用入湖径流,从而影响湖泊面积。20世纪70年代至今流域绿洲发生了显著的变化(图5)。

根据野外实地考察数据,采用最大似然分类法,在软件ERDAS下对20世纪70年代以来4个时期10月左右的遥感影像进行监督分类,最终分类精度均在99%以上,将研究区分为三类:水体(蓝色)、绿洲(绿色)、其他类型用地(灰色)。其中绿洲为农用地、林地、生水植被和不同覆盖度的草地。除湖泊水体和绿洲外,其他划分为其他类型用地<sup>[13]</sup>。

1972—1990年期间,绿洲的面积呈明显的扩大趋势。期间大规模的水土开发和垦荒,使得大量自然条件相对较好的沟壑、盐碱地、裸土地、荒滩、荒坡、荒漠、戈壁开发为农田、林地、草场等,其增加面积占绿洲面积比例增加,而非农作物绿洲增加面积所占比例不大。农林用地面积大增使农业用水量增加,这也是湖面萎缩的一个主要原因。

1990—2001年期间,绿洲面积继续扩大,但较前一阶段有所减缓,且随着农业生产力水平的提高,采用喷灌等节水技术,用水量变化不大,湖泊面积相对稳定。

2001—2007年期间,虽然绿洲面积增加速度有所减缓,但增加总量很大,且增加用地类型仍主要为农田。农业用水量大,加上降雨和径流减少,这一时期湖泊面积萎缩严重。

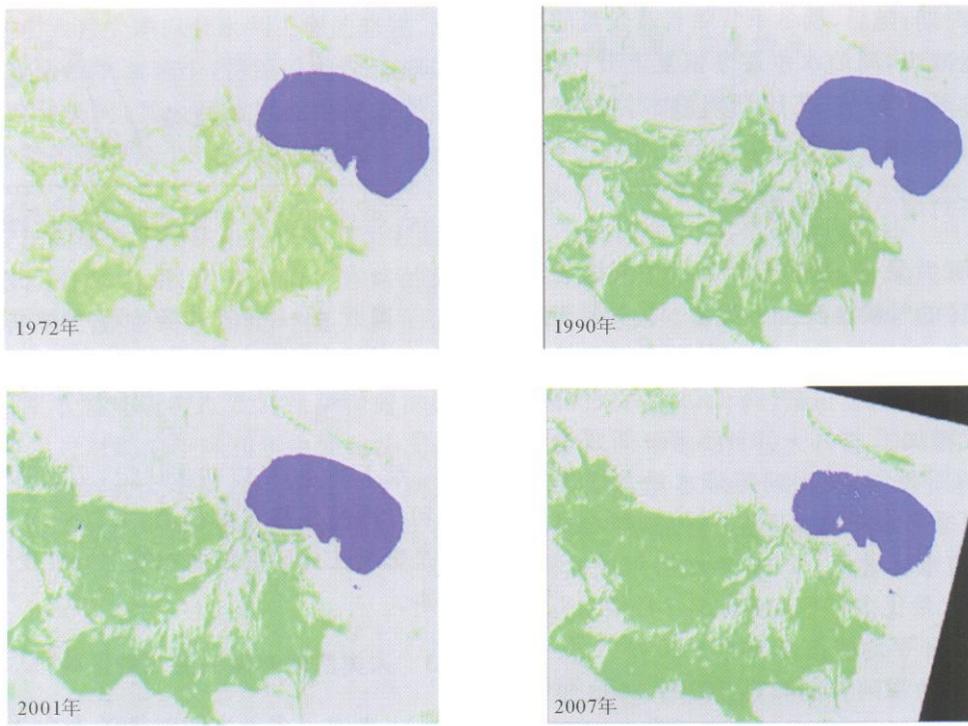


图 5 各时期新疆绿洲分布的遥感影像

Fig. 5 Classification graph of remote sensing images of oasis distributions in different times

## 2.4 艾比湖面积变化对湖区生态环境的影响

近几十年来,由于湖泊萎缩引发湖泊水质恶化、湖滨植被退化和流域内沙漠化等环境问题,进而造成艾比湖景观格局发生变化,生态环境恶化。

### 2.4.1 对湖泊矿化度的影响

艾比湖形成于第四纪高山冰雪融水丰沛时期,在鼎盛时期,面积为 $3\ 000\sim3\ 500\text{ km}^2$ ,贮水量700~1000亿 $\text{m}^3$ ,为水质良好的淡水湖。

表 2 艾比湖的湖泊面积和矿化度(矿化度数据来自文献 7, 14)

Table 2 Lake area and salinity of Ebinur Lake

(the data about salinity from references [7, 14])

年份	1950	1972	1990	2001	2005	2007
湖泊面积/ $\text{km}^2$	1 200	596.2	534.5	536.9	525.4	465.9
矿化度/( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )	70	—	172	110~115	129	170

由表 2 可知,50—90 年代,湖泊面积剧减,湖水矿化度增幅较大。2000 年以后,由于对湖水水质的整治力度加大,以及湖泊面积的相对稳定,矿化度缓慢增加,变化不大(2005 年面积为南部湖区面积)。2007 年湖泊面积陡降,其矿化度出现了大幅增加。

### 2.4.2 对湖岸绿洲的影响

湖泊面积的变化和风沙天气的形成是相互作用

的。风沙作用致使湖滨带植被衰退,加速了湖面萎缩。而湖面面积减小,导致大面积湖底裸露,湖底沉积物在大风天气过程中成为新的沙尘,为风沙天气产生创造了条件。

由于艾比湖萎缩造成的裸露湖底位于阿拉山口风口的下风向,使 $1\ 500\text{ km}^2$ 的干涸湖底成为巨大的荒漠带沙源地,且其以每年 $39.8\text{ km}^2$ 的速度增加。艾比湖周围原已固定、半固定的沙丘大量活化。艾比湖南部沙丘前移速度从 20 世纪 70 年代每年以 13 m 发展到 90 年代的每年 30 m<sup>[15]</sup>。此外,据自治区环保局测算,因湖泊萎缩形成的干涸湖底,在太阳曝晒下产生盐尘细小颗粒,在阿拉山口的大风作用下,盐尘颗粒可以被气流携带至 5 000 km 以外,对整个华北地区的植被、农作物和人民生活构成威胁。

据精河县气象局数据,60 年代平均浮沙天气 0.6 天,80 年代 50.8 天,90 年代 56.4 天,而 2001—2005 年平均 4.4 天<sup>[7]</sup>。八九十年代沙尘天气增多,主要与因湖泊面积萎缩、植被破坏和覆盖度低的绿洲区域形成荒漠有关。所以,维持艾比湖的水域面积,对艾比湖地区小气候产生影响,有利于沙尘天气降低。

### 2.4.3 对湖岸绿洲的影响

湖泊对干旱区绿洲的形成、发育起着重要的作用。湖泊面积变化影响地下水位,从而对湖泊周围

绿洲植被的个体生长、群落演替和多样性产生影响。地下水位降低, 将使得湿地植被因缺水死亡; 水位突然升高, 旱生植被则会被演替。

由历史资料可知<sup>[18]</sup>: 1950s以前, 艾比湖周围有梭梭林6.67万hm<sup>2</sup>, 胡杨林3.78万hm<sup>2</sup>, 芦苇4.67万hm<sup>2</sup>, 1978年时梭梭林和胡杨林不到4万hm<sup>2</sup>, 1990年芦苇面积仅1.39万hm<sup>2</sup>。湖区外围地带性植被呈现退化状态, 植被盖度和植物多样性降低, 灌木、半灌木有向一年生草本植物群落退化的趋势。

### 3 结论和建议

艾比湖是准噶尔盆地西南部诸河流的尾闾, 又处于阿拉山口大风之下, 生态环境十分脆弱, 艾比湖湖面变化以及生态环境劣变, 将直接影响艾比湖流域乃至整个天山北坡经济带的社会经济发展。通过本文分析可以看出, 1972年至2008年艾比湖湖面面积波动变化, 湖面的缩小与人类活动和气候因素有紧密联系。艾比湖作为一封闭的内陆湖泊, 其萎缩的直接原因是由于入湖水量急剧减少而引起的, 而入湖水量减少的主要原因是人类活动用水。艾比湖流域内绿洲变化可以看出近几十年人类的活动, 突出表现为农用地大面积增加, 从而用水量持续增大。而2002—2005年湖泊面积整体增大, 表明气候条件变化对湖泊面积变化也有很大影响。湖泊面积变化也引起系列生态环境问题, 艾比湖水位的波动变化导致湖滨植被带的移动, 裸露湖底成为沙源等。人类活动和气候影响着湖泊面积的变化, 同时湖泊面积变化也影响着湖区生态环境的变化。

虽然近年来, 采取退耕还林, 培育生态林, 大力推广高效灌溉节水技术等一系列措施, 生态环境有了一定的改善。但近年来湖泊面积持续减少, 2008年湖泊面积已降至近几十年来最低, 将对湖区环境的影响和区域保护提出新问题, 因此, 艾比湖湖泊面积保持及其流域生态环境的改善, 仍任重而道远。就此提出几点湖泊和流域环境保护的建议:

#### (1) 水资源合理开发利用

艾比湖流域属资源型缺水地区, 流域内用水状况与艾比湖息息相关。因此, 首先应该分析艾比湖流域水资源可利用量, 计算天然生态植被和维护湖泊面积生态环境的最小需水量, 为湖泊面积变化研究提供资料依据。其次应从流域水资源的开发利用及保护角度, 必须坚持可持续发展原则, 实现水资源全流域统一规划。此外, 应协调水资源合理分配, 积极发展高经济效益产业, 兼顾生态效益与经济效益。

最后必须提高水资源利用率, 合理利用每一滴水。

#### (2) 改善湖泊生态环境

湖区的植被和草地已大面积退化和土地沙化, 所以在退耕还林方面, 还需加大资金投入, 用于恢复湖区植被和草场, 并且选择合适植被种类, 尽量防止自然和人为破坏草场。阻止滩地资源的过度围垦, 保护湖泊滩地湿地生态系统和生物多样性的生态系统。应本着保护与开发并重, 利用与建设同步的原则, 加强对湖泊资源的开发和管理。

#### (3) 湖泊面积实时保护

艾比湖每年的耗水量很大且还在不断增加, 而补给量却相对固定。对比罗布泊, 一个面积巨大湖泊, 因孔雀河等入湖河流的断流而消亡。艾比湖与其有很多相似之处, 加上艾比湖不合理的人口密度和生态用水与经济用水的巨大矛盾, 湖泊水量收支严重失衡。因此, 湖泊水量除节流, 减少流域内耗水量, 还应开源, 加快引水工程和增加其他河流的入水量。同时设置水域保护线, 确保湖泊有相当的面积, 并通过遥感实时监测面积变化, 为维护整个湖区的生态系统稳定护航。

**致谢:** 本文写作受到吴敬禄老师悉心的指导, 在此表示诚挚的感谢。

#### 参考文献(References)

- [1] 贾春光, 王晓峰, 杨龙, 等. 艾比湖水位变化对湖区生态效益影响的初探[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2005, 24(3): 141-144. [JIA Chunguang, WANG Xiaofeng, YANG Long, et al. A preliminary study on the influence of water-level change of the ebinur lake on eco-efficiency in the lake area[J]. Journal of Xinjiang Normal University: Natural Sciences Edition, 2005, 24(3): 141-144.]
- [2] 吉力力·阿不都万里, 穆桂金. 艾比湖干涸湖底尘暴及其灾害分析[J]. 干旱区地理, 2002, 5(2): 149-153. [JILIL Abduvali, MU Guijin. Analysis on the dust storms and their disasters in the lakebed region of Ebinur Lake, Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2002, 25(2): 149-153.]
- [3] 王晓峰. 艾比湖流域风沙天气与艾比湖干缩之间的关系初探[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2004, 23(1): 53-59. [WANG Xiaofeng. Preliminary discussion on the relationship between sand-dust weather and the shrink of Ebinur Lake[J]. Journal of Xinjiang Normal University: Natural Sciences Edition, 2004, 23(1): 53-59.]
- [4] 吴敬禄. 新疆艾比湖全新世沉积特征及古环境演变[J]. 地理科学, 1995, 15(1): 39-44. [WU Jinglu. Characters of the evolution of climate and environment during the last 10 ka years in Ebinur Lake Basin, Xinjiang[J]. Scientia Geographica Sinica, 1995, 15(1): 39-44.]
- [5] 吴敬禄, 沈吉, 王苏民. 新疆艾比湖早全新世气候环境特征[J].

- 中国科学 D 编 2003, 33(6): 569-575. [ WU Jinglu, SHEN Ji, WANG Sumin. Characters of climate and environment of the early Holocene in Ebinur Lake, Xinjiang Province[ J]. Science in China (Series D), 2003, 33(6): 569-575. ]
- [6] 吴敬禄, 林琳. 新疆艾比湖湖面波动特征及其原因[ J]. 海洋地质与第四纪地质, 2004, 24(1): 57-60. [ WU Jinglu, LIN Lin. Characteristics and reasons of fluctuation of lake surface of the Ebinur Lake, Xinjiang Autonomous Region[ J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 2004, 24(1): 57-60. ]
- [7] 苏宏超, 巴音查汗, 庞春花, 等. 艾比湖面积变化及对生态环境影响[ J]. 冰川冻土, 2006, 28(6): 941-949. [ SU Hongchao, BA YIN Chahan, PANG Chunhua, et al. Change in Ebinur Lake area and its impact on eco-environment[ J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2006, 28(6): 941-949. ]
- [8] 杨川德. 艾比湖流域水资源利用的环境效应[ J]. 干旱区地理, 1990, 13(4): 45-50. [ YANG Chuande. Water resource utilization and its environmental effect in Ebinur drainage basin[ J]. Arid Land Geography, 1990, 13(4): 45-50. ]
- [9] 杨川德. 艾比湖水量平衡计算与分析[ J]. 干旱区地理, 1990, 13(4): 36-39. [ YANG Chuande. Analysis and calculation on water and balance of Ebinur Lake[ J]. Arid Land Geography, 1990, 13(4): 36-39. ]
- [10] 李涛. 艾比湖水化学演化的初步研究[ J]. 湖泊科学, 1993, 5(3): 234-244. [ LI Tao. Chemical evolution of Ebinur Lake water[ J]. Journal of Lake Sciences, 1993, 5(3): 234-244. ]
- [11] 吴加清, 代燕. 艾比湖流域水资源利用现状下的产业结构调整[ J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2006, 25(1): 80-82. [ WU Jiaqing, DAI Yan. The industrial structure adjustment in the situation of using water resource in the Ebinur Lake valley[ J]. Journal of Xinjiang Normal University: Natural Sciences Edition, 2006, 25(1): 80-82. ]
- [12] 水利部国际合作与科技司. 2005 年水情年报[ R]. 2008. [ Department of International Cooperation and Science and Technology of Ministry of Water Resources. Water Situation in 2005[ R]. 2008. ]
- [13] 王伯超, 塔西甫拉提·特依拜, 张飞, 等. 基于数字遥感图像的艾比湖绿洲近 30 年动态变化研究[ J]. 水土保持通报, 2007, 27(2): 107-111. [ WANG Bochao, Tashpolat · Tiyp, ZHANG Fei, et al. A study on change of the Ebinur Lake oasis in recent thirty years based on digital RS images[ J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2007, 27(2): 107-111. ]
- [14] 杨涛利. 艾比湖湖面萎缩一半[ N]. 中国环境报, 2007-11-06. [ YANG Taoli. Half shrinkage of the Ebinur Lake area[ N]. China Environment Daily, 2007-11-06. ]
- [15] 高翔, 黄宗亮. 艾比湖湖面萎缩与流域生态环境恶化之间的关系[ J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2006, 3(25): 83-86. [ GAO Xiang, HUANG Zongliang. A preliminary study on the relationship between the environment deprivations and the dwindling in the Ebinur Lake Area[ J]. Journal of Xinjiang Normal University (Natural Sciences Edition), 2006, 3(25): 83-86. ]
- [16] 赵顺阳, 王文科, 乔冈, 等. 艾比湖流域生态环境质量评价[ J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(5): 63-67. [ ZHAO Shunyang, WANG Wenke, QIAO Gang, et al. Eco-environmental quality assessment of Ebinur Watershed[ J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2007, 21(5): 63-67. ]

## VARIATIONS IN THE EBINUR LAKE AREA CAUSED BY HUMAN ACTIVITIES AND CLIMATIC CHANGES

ZHOU Chi<sup>1,2,3</sup>, HE Longhua<sup>1</sup>, YANG Na<sup>4</sup>

(1 Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

2 Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

3 Information Technology Research Department of State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China

4 State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan 430072, China

**Abstract:** The Ebinur Lake of Xinjiang is a typical closed inland lake located in the arid region of northwestern China. Because of the arid climate and human activity, the lake area changed dramatically in the past decades. Lake area shrinkage caused by the ecological environment deterioration has become important restraining factors for the social development. Based on multi-source remote-sensing data from different years, changes in the lake area and oasis in Xinjiang (1972-2008) are analyzed, and the reasons and impact factors for the changes in typical years are pointed out. We find that precipitation is one of the most important factors, and human activity such as agriculture irrigation in the catchments shown as oasis change has great influence on lake area. Furthermore, the detailed influences on the water quality, desertification and waterside vegetation are discussed, and a conclusion is reached that the lake area is the most important factor to ensure the nice environment of the watershed and the key index to measure the environment balance. In the end, some suggestions related to the lake protection are proposed.

**Key words:** lake area; ecological environment; remote sensing; GIS; the Ebinur Lake