

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2014.02.012

基于RS和GIS的艾比湖湿地信息提取及面积动态分析

玉苏普江·艾麦提¹, 阿里木江·卡斯木^{1,2}, 阿布都沙拉木·热合曼¹

(1. 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054;
2. 新疆干旱区湖泊环境与资源自治区重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要:采用新疆艾比湖湿地保护区的1972年Landsat/MSS、1990年的Landsat/TM、2001年和2006年的Landsat/ETM+遥感数据,利用RS与GIS技术,对研究区的遥感影像进行处理及湿地信息提取。在图像预处理时通过分析Landsat/MSS/TM/ETM+各波段之间相关系数来选择最佳波段;在湿地信息提取技术方面,采用监督分类中的最大似然法进行分类提取湿地信息,并对湿地信息动态变化进行研究。结果表明:在30多年间,研究区湖泊湿地面积经历了迅速缩小、基本稳定、逐步增大3个阶段;1972—2001年沼泽湿地和河流湿地面积持续增加;2001—2006年沼泽湿地面积小幅减少,河流湿地面积保持稳定;1972—2006年人工湿地、绿洲、农业用地面积呈现逐渐增加趋势。
关键词:遥感;地理信息系统;湿地;信息提取;面积动态变化;新疆;艾比湖
中图分类号:S159.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2014)02-0057-05

Information extraction and dynamic area change in Ebinur Lake Wetland based on RS and GIS

Yusupjan AMAT¹, Alimujiang KASIMU^{1,2}, Abdusalam RAHMAN¹

(1. School of Geographic Sciences and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China;
2. Xinjiang Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, Urumqi, 830054, China)

Abstract: In this study, remote sensing data of the Landsat/MSS image in 1972, the Landsat/TM image in 1990, and the Landsat/ETM+ images in 2001 and 2006 of the Ebinur Lake Wetland Reserve in Xinjiang were selected as the source data, and the RS and GIS technologies were used to extract the wetland information and process remote sensing images of the study area. The best band was selected by analyzing the correlation coefficients between each band of Landsat/MSS/TM/ETM+ when the images were pre-processed. As for the wetland information extraction technology, the maximum likelihood method of supervised classification was used to extract and classify the wetland information and analyze its dynamic changes. The results show that the study wetland rapidly diminished initially, then remained basically unchanged, and finally increased gradually. The area of the marsh wetland and river wetland continuously increased during the period from 1972 to 2001. The area of the marsh wetland decreased slightly from 2001 to 2006, and the area of the river wetland remained unchanged. The areas of the artificial wetland, oasis, and agricultural land showed a gradually increasing trend from 1972 to 2006.
Key words: remote sensing; geographic information system; wetland; information extraction; dynamic area change; Xinjiang; Ebinur Lake

湿地是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一^[1]。湿地是人类的百宝箱,它具有巨大生态效益、社会效益、经济效益;同时湿地很脆弱,其面积大幅度减少,以及污染、砍伐等

基金项目:国家自然科学基金(40371082,41361043);国家自然科学基金重点项目(NSFC-联合项目 u1138303);新疆维吾尔自治区重点实验室开放基金(XJDX0909-2010-01-);新疆师范大学博士点开放课题(XJNU-DJ-201302)
作者简介:玉苏普江·艾麦提(1987—),男(维吾尔族),硕士研究生,研究方向为遥感与环境资源研究。E-mail:yusup11@163.com
通信作者:阿里木江·卡斯木,副教授。E-mail:Alimkasim@gmail.com

导致湿地功能严重下降,甚至丧失,严重威胁到人类社会的可持续发展和自然界生态系统的稳定^[2]。据相关资料显示,新疆湿地总面积约为 148 万 hm^2 , 约占全疆总面积的 0.89%, 其中面积大于 100 hm^2 以上的湿地有 435 块, 其中湖泊湿地 108 块, 河流湿地 45 块, 沼泽湿地 148 块, 人工湿地 134 块, 且湿地的垂直分布海拔高度从 154 ~ 4 800 m, 形成了较为复杂多样的内陆干旱区及其特殊环境下的湿地生态系统^[3]。新疆这些湿地充分显示了湿地类型的多样性, 与国内沿海地区相比, 具有其独特性。地处准噶尔盆地西南端的艾比湖是典型的内陆封闭性湖泊, 是新疆最大的咸水湖, 也是我国四大沙尘暴发源地之一。艾比湖处于生态脆弱地带, 容易受到区域环境变化和人类活动的影响, 如何维持和保护艾比湖流域生态环境已成为各级政府和相关专家高度重视的问题。因此, 本文在前人研究成果的基础上, 利用遥感技术与实地调查相结合, 用多时相遥感数据对艾比湖湿地信息进行提取并分类, 进行了湿地资源时空动态变化分析, 显示出湿地资源变化规律, 旨在为艾比湖区域生态环境建设提供参考。

1 研究区概况

艾比湖位于新疆博尔塔拉蒙古自治州精河县境内, 地理位置为北纬 44°30' ~ 45°09'、东经 82°36' ~ 83°50', 是准噶尔盆地西部最低洼地和水盐汇集中心^[4]。艾比湖流域处于亚欧大陆腹地的中纬度地区, 远离海洋, 是属于典型的温带干旱大陆性气候带区域。湖泊呈西北-东南走向, 其西北是著名的风区阿拉山口, 这里是新疆全年大风日数最多的地区, 常年干旱少雨, 气候干燥, 降水稀少, 日照充足, 年均气温为 8.3℃, 年均降水量 90.9 mm^[5]。

2 资料来源及处理

本文采用 1972 年 9 月 21 日的 Landsat/MSS 影

像, 1990 年 9 月的 Landsat/TM 影像, 2001 年 9 月的 Landsat/ETM+影像和 2006 年 10 月的 Landsat/ETM+影像作为本研究的基础数据源。笔者收集有关资料和图件, 利用遥感图像处理软件 ENVI4.7 对研究区不同时期的遥感数据进行预处理, 针对 Landsat/TM, ETM+及 MSS 遥感影像的典型地物的波谱特征, 分析遥感图像上水体信息与植被的光谱特征。同时, 对遥感图像进行增强处理, 确定提取河流、湖泊和湿地的最佳波段组合, 建立湿地类型的遥感解译标志, 并利用野外实地调查资料, 地形图资料及其他来源的图形资料, 采用最大似然法对 4 个时期的遥感影像进行湿地信息提取并进行分类, 获得湿地类型分布图; 在 ArcGIS 9.2 的支持下计算各时段湿地面积, 同时对比分析 4 个时期的分类影像图, 分析了研究区湿地信息时空动态变化规律。图 1 是总体技术流程图。

3 湿地信息的提取

3.1 遥感影像预处理

Landsat/TM 和 Landsat/ETM+数据属于多光谱数据, 所包含的信息丰富, 对不同地物的识别能力很强, 它们的不同波段对地表的不同的地物有着不同的表现能力。如果不加分析随便选择波段组合进行图像分类时, 分类结果会很不准确, 因为相关数据之间有互相干扰。湿地信息提取涉及诸多要素, 比如土壤、水分、植物等, 图像信息要尽可能对各种要素都有明显反映, 尤其是水分信息, 特别要反映出水分的变化。通过由各波段系数分析法来选择最适合湿地信息提取的波段^[6-7]。

根据 Landsat/TM/ETM+遥感影像的波谱特征以及表 1 中 Landsat/ETM+各波段之间的相关系数, 可做出如下的判断:

- a. B1, B2, B3 波段为可见光波段, 它们之间相关系数较高, B5, B7 为中红外波段, 相关系数也较

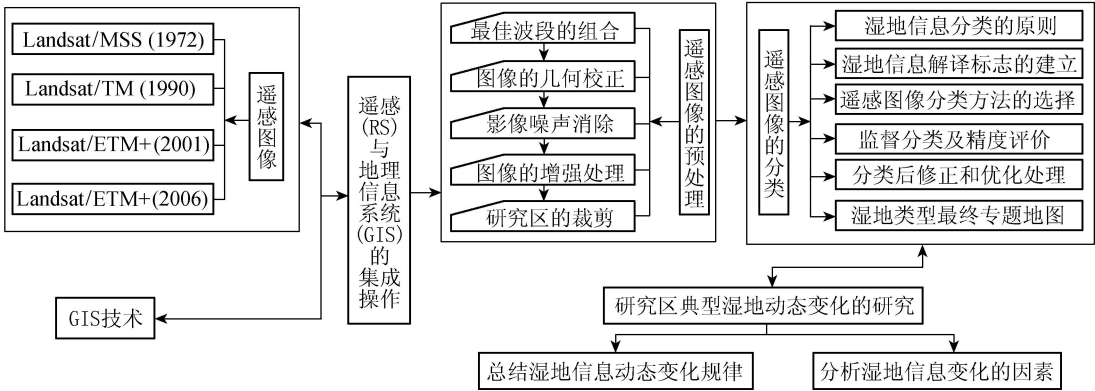


图 1 技术路线流程

表 1 Landsat/TM/ETM+各波段相关系数

波段	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
B1	1.0000	0.9912	0.9772	0.9150	0.8233	0.8886	0.8475
B2	0.9912	1.0000	0.9920	0.9264	0.8327	0.8549	0.8595
B3	0.9772	0.9920	1.0000	0.9482	0.8692	0.8439	0.8913
B4	0.9150	0.9264	0.9482	1.0000	0.9379	0.8629	0.9121
B5	0.8233	0.8327	0.8692	0.9379	1.0000	0.8688	0.9788
B6	0.8886	0.8549	0.8439	0.8629	0.8688	1.0000	0.8679
B7	0.8475	0.8595	0.8913	0.9121	0.9788	0.8679	1.0000
平均值	49.6890	35.1002	33.4530	28.4241	34.6972	23.0534	82.3407
标均偏差	37.2511	31.9164	31.6365	27.8592	31.3946	16.6537	76.1520

高,说明这些波段中包含的信息有很大一部分彼此重叠。B4 近红外波段与 B6 热红外波段的相关性较小,具有较好的独立性。因此,选择 1 个可见光波段,1 个中红外波段和 1 个近红外波段合成的彩色图像既包含较丰富的信息,同时也可保持较小的信息冗余度。

b. 研究目标与湿地及水体有很大的相关性,所以要选择能对水体有明显反映的波段。B4 为近红外波段,对水体吸收力很强,对水生植物强反射。B1、B2、B3 这 3 个可见光波段中,B1 对水体有穿透能力,能够反射浅水水下特征,经常用于进行水系制图。中红外波段中 B7 位于水域的强吸收带,对植物水分、岩石、特定矿物反映敏感,经常用于植物含水量测定。所以,选择 Landsat/TM/ETM+遥感影像的 B7、B4、B1 波段组合构成的影像。同理选择 Landsat/MSS 遥感影像的 B4(红)、B2(绿)、B1(蓝)波段组合的图像。对图像进行几何纠正,噪声消除,彩色增强处理后按照研究区的范围对图像进行裁剪,完成影像预处理后所得到的结果见图 2 所示。

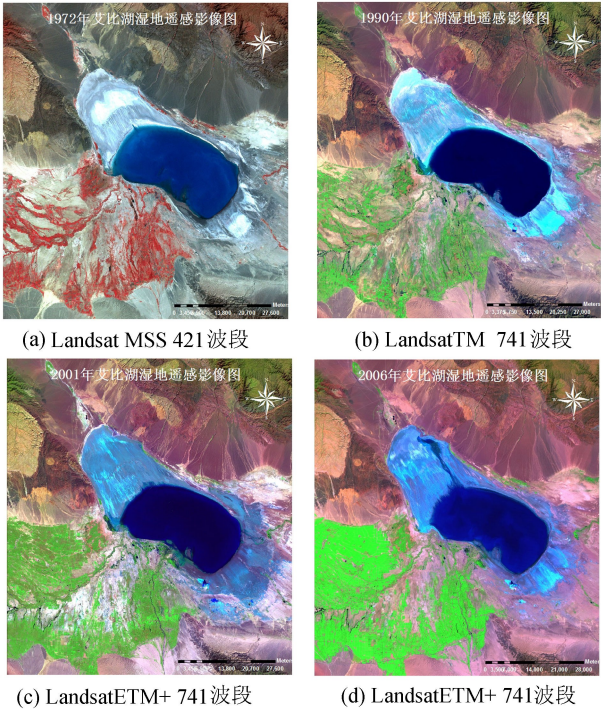


图 2 RS 影像预处理后所得到的图像

3.2 湿地分类系统的建立

目前各国、各地区的湿地分类系统不相同,主要是为了结合当地实际情况进行分类,能够更好地理清当地的湿地资源状况。本文根据伊朗(Ramsar)签订的《湿地公约》中的湿地分类系统^[8]和新疆湿地分类系统^[9](表 2)结合实地调查,参考各种专题图件、资料,在 Landsat/MSS 4、2、1 波段与 Landsat/TM/ETM+的 7、4、1 波段合成的遥感影像图上进行解译各种湿地类型,并建立解译标志及分为湖泊湿地、沼泽湿地、河流湿地、人工湿地等 4 个等级。

表 2 新疆湿地资源分类系统

一级分类	二级分类
天然湿地	河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、冰川、永久积雪湿地
人工湿地	水库、坑塘湿地、水田湿地

3.3 遥感图像的分类

目前湿地分类方法分为人工目视解译分类、计算机自动分类、半自动半人工分类等好几种类型^[10]。研究采用监督分类中最大似然法(maximum likelihood)进行分类^[11]。在建立湿地分类解译标志之后,根据已确认景物的影像,来进行训练区的选择,其次进行监督分类并进行精度检验。结果表明,1972 年 Landsat/MSS 影像的分类总体精度与 Kappa 系数分别为 88.78%、0.85;1990 年 Landsat/TM 影像的分类总体精度与 Kappa 系数分别为 95.70%、0.91;2001 年 Landsat/ETM+影像的分类总体精度与 Kappa 系数分别为 93.99%、0.89;2006 年 Landsat/ETM+影像的分类总体精度与 Kappa 系数分别为 96.28%、0.95。采用最大似然法分类后结果出现了一些同谱异物、异物同谱,以及异物互相混淆的情况,且斑块比较零碎,边界也不规则。因此对其进行修正及优化处理,得到研究区湿地分布(图 3)。

4 研究区典型湿地时空动态变化规律(1972—2006 年)

利用遥感图像处理软件对研究区在 1972 年、1990 年、2001 年、2006 年这 4 年的分类图像进行面积计算,得到各类湿地面积如表 3。面积计算公

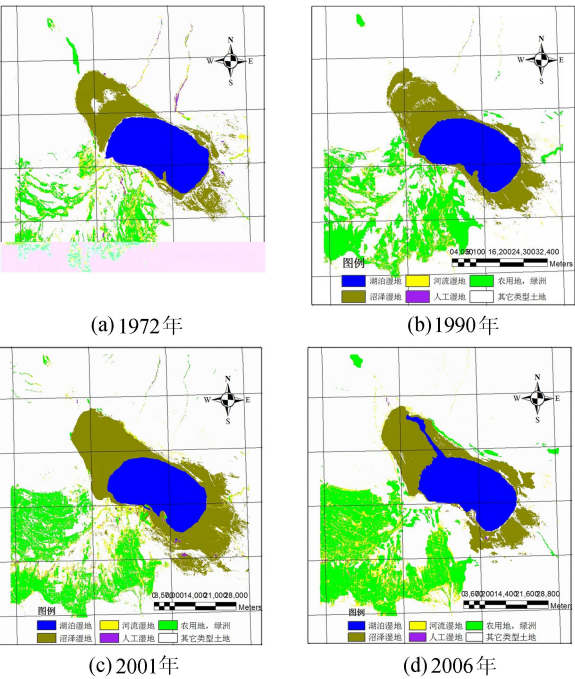


图3 1972—2006年艾比湖周围湿地分布

式为

$$S = NR^2 \tag{1}$$

式中: S 为各类湿地面积; N 为各类湿地所在的像元个数; R 为影像分辨率。

表3 研究区不同年份各类湿地面积 km²

年份	湖泊湿地	沼泽湿地	河流湿地	人工湿地	绿洲、农业用地
1972	582.4	540.4	217.1	11.4	465.7
1990	531.7	651.8	290.4	16.9	468.0
2001	525.7	778.5	324.7	22.7	976.3
2006	583.5	642.9	322.9	27.8	1090.8

4.1 湖泊湿地和沼泽湿地的变化特征

1972—1990年,研究区湖泊湿地面积一直减少,从582.4 km²减少至531.7 km²,减少50.7 km²,占1972年总面积的8.7%;1990—2001年,湖泊湿地又减少6 km²;2001—2006年,研究区湖泊湿地逐步增长,从2001年的525.7 km²增加至2006年的583.5 km²。可以看出1972—1990年间湖泊湿地有较大范围的萎缩,1990—2001年艾比湖湖面积较稳定,而2001—2006年间湖泊湿地面积有所增大。在30多年里,艾比湖湖泊湿地面积经历了迅速缩小、基本稳定、逐步增大3个阶段。

沼泽湿地主要分布在湖泊周围,大部分集中到湖泊的西部,在1972年的沼泽湿地面积为540.4 km²,从1972—1990年和1990—2001年沼泽湿地面积分别增加111.4、126.7 km²,到2001年总面积达到778.5 km²。2001—2006年沼泽湿地面积呈减少趋势,2006年面积为642.9 km²,比2001年减少17.4%。

4.2 河流湿地、人工湿地及绿洲的变化特征

艾比湖湿地是奎屯河、古尔图河、四棵树河、精河和博尔塔拉河的汇水区,研究区在1972年的河流湿地面积是217.1 km²,在1990年的面积为290.4 km²,到2001年的河流湿地总面积达324.7 km²,比1972年增加107.6 km²,比1990年增加34.3 km²,2001—2006年河流湿地呈现保持稳定趋势;人工湿地的面积经历了持续增加的过程。1990年的净增长面积为5.5 km²,占1972年人工湿地面积的0.48%;1990—2001年呈增长趋势,2001面积为22.7 km²,净增5.8 km²。2001—2006年表现为持续增长趋势,比2001年增加5.1 km²。1975—2000年增加的人工湿地主要分布在东北地区的中东部。绿洲、农用地的面积在1972—1990年间保持稳定,1990—2001年间呈现高幅增长趋势。2001年研究区绿洲、农用地的总面积976.3 km²,是1990年的2.09倍,2001年至2006年绿洲、农用地呈现小幅增长趋势。

4.3 湿地变化原因分析

艾比湖各类湿地资源在1972—2006年之间的动态变化的因素主要包括自然因素和人为因素。1972—2001年间,湖泊湿地面积减少,是因为奎屯河、故尔图河、四棵树河到1972年末已出现断流现象,造成入湖水量减少,加之艾比湖流域人口继续增多,人类对土地资源开发利用力度加大的过程,农业大量引水,灌溉面积快速扩大,导致湖面面积减少。2000年以来,人们开始关注生态环境保护,在政府合理的技术及垦荒、放牧管理政策等的影响下,虽然人口和灌溉面积继续增长,灌溉用水量逐渐趋于稳定,灌溉用水量对入湖水量的影响也由直接的高强度影响弱化为间接的、边缘化作用,使河流的入湖量明显增加,湖区水量有所恢复;1972—2006年间沼泽湿地和河流湿地逐渐增加,在这一段时间,河流正处于多年变化周期的丰水期,2001—2006年,年平均降水量较1956—2000年平均降水量增加13.84%,降水量增加10.13亿 m³;地表水资源量增加2.23亿 m³,增加9.16%^[12-13]。当地降水增多降低了农田旱情,使得农业引水量减少,导致沼泽湿地明显增加。随着人口的增长,人工湿地、绿洲和农用地面积在1972—2006年间呈现逐渐增长趋势。

5 结 论

以艾比湖湿地作为研究区,对1972、1990、2001、2006年9月份的Landsat/MSS、TM与ETM+四景影像图进行处理,提取湿地信息,同时对比分析4个时期的分类影像图,分析了研究区湿地信息时

空动态变化规律。通过分析得出了以下结论:

a. 对 Landsat/MSS 遥感影像图波段的组合选择时, 得出 421 波段组合为最佳波段组合, 对 Landsat/TM、ETM+遥感影像图波段的组合选择时, 得出 741 波段组合为最佳波段组合, 该组合相关性小, 信息含量大, 容易辨别水和湿地等。

b. 监督分类法在湿地分类中出现明显的混分现象, 湿地分类需要在计算机自动监督分类后, 进行后处理修正, 以提高其分类精度, 本文的 1990 年、2001 年和 2006 年影像分类图的总体分类精度 (overall accuracy) 均在 90% 以上, 而 1972 年影像分类图的总体分类精度为 88.7%, 主要原因为原图像的分辨率较低。

c. 30 多年间艾比湖水域面积经历了迅速缩小、基本稳定、逐步增大 3 个阶段。

d. 30 多年来, 艾比湖湿地内部之间、湿地与非湿地之间发生了变化, 各种湿地类型较不稳定, 容易受到自然以及人为因素的影响, 湿地生态系统较脆弱。

参考文献:

[1] 陈宜瑜. 中国湿地研究[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995.

[2] 张明样, 严承高, 王建春, 等. 中国湿地资源的退化及其原因分析[J]. 林业资源管理, 2001, 3(5): 23-26. (ZHANG Mingxiang, YAN Chenggao, WANG Jianchun, et al. Analyses on wetland degradation and its reasons in China [J]. Forest Resources Management, 2001, 3(5): 23-26. (in Chinese))

[3] 王宝才, 张海军. 新疆湿地资源存在的生态环境问题及保护对策[J]. 中国新技术新产品, 2009(8): 139. (WANG Baocai, ZHANG Haijun. Ecological environment problems and protection countermeasures of wetland resources in Xinjiang [J]. China New Technologies and products, 2009(8): 139. (in Chinese))

[4] 李艳红, 楚新正, 金海龙. 新疆艾比湖流域水文特征分析[J]. 水文, 2006, 26(5): 68-71. (LI Yanhong, CHU Xinzheng, JIN Hailong. Study on changes of hydrological characteristics of Ebinur Lake Basin in Xinjiang [J]. Hydrology, 2006, 26(5): 68-71. (in Chinese))

[5] 崔龙, 穆振侠, 陈平, 等. 艾比湖湖水蒸发量分析[J]. 水资源保护, 2012, 28(6): 59-61. (CUI Long, MU Zhenxia, CHEN Ping, et al. Analysis of evaporation from Ebinur Lake [J]. Water Resources Protection, 2012, 28(6): 59-61. (in Chinese))

[6] 甘淑, 党承林, 欧晓昆, 等. 云南山区 N' PP 遥感监测研究中遥感图像预处理[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2002, 24(3): 229-233. (GAN Shu, DANG Chenglin, OU

Xiaokun. Image previous process on remote sensing monitoring NPP in Yunnan mountain area[J]. Journal of Yunnan University: Natural Science Edition, 2002, 24(3): 229-233. (in Chinese))

[7] MA M, WANG X, VEROUSTRAETE F, et al. Change in area of Ebinur Lake during the 1998—2005 period[J]. International Journal of Remote Sensing, 2007, 28(24): 5523-5533.

[8] 胡敏. 福州城市与周边湿地景观格局动态变化及生态效应研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2005.

[9] 周可法, 吴世新, 李静, 等. 新疆湿地资源时空变异研究[J]. 干旱区地理, 2004, 27(3): 405-408. (ZHOU Kefa, WU Shixin, LI Jing, et al. Study on the temporal and spatial differentiation of wetland resources in Xinjiang [J]. Arid Land Geography, 2004, 27(3): 405-408. (in Chinese))

[10] 王虹. 基于 RS、GIS 的资源与生态环境动态监测: 以内蒙古阿鲁科尔沁旗为例[D]. 青岛: 山东科技大学, 2004.

[11] 宫恒瑞, 肖继东, 李聪, 等. 基于 MODIS 卫星数据对艾比湖水域面积变化的监测[J]. 新疆气象, 2005, 28(2): 18-20. (GONG Hengrui, XIAO Jidong, LI Cong, et al. Monitoring the change of Ebinur Lake acreage based on the MODIS satellite data [J]. Xinjiang Meteorology, 2005, 28(2): 18-20. (in Chinese))

[12] 苏颖君. 艾比湖水域面积变化原因分析及其生态环境保护新思路[J]. 水资源保护, 2011, 27(5): 78-82. (SU Yingjun. Cause analysis of water area change and new approaches to ecological environment protection in Ebinur Lake [J]. Water Resources Protection, 2011, 27(5): 78-82. (in Chinese))

[13] NAKAYAMA Y, YANAGI T, YAMAGUCHI S, et al. Monitoring of environmental change in Dzungar Basin by the analysis of multi-temporal satellite data sets [J]. Advances in Space Research, 2007, 39(1): 52-59.

(收稿日期: 2013-04-09 编辑: 高渭文)

