

基于MODIS数据的艾比湖湖面变化研究

李永生¹, 武鹏飞²

(1. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054;

2. 国家气象卫星中心乌鲁木齐气象卫星地面站, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 艾比湖是中国四大沙尘暴策源地之一, MODIS 数据以其时效性强, 运行周期短, 数据获取快, 成本低的特点, 适宜进行湖泊水域面积的监测。本文通过 MODIS 数据获取艾比湖湖面变化信息, 同时从影响湖泊水量的主要因素入手分析了艾比湖面积变化的原因。

关键词: MODIS; 水域面积; 湖面变化; 艾比湖

中图分类号: P343.3; P237

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2008)05-0110-03

Study on the changes in Ebinur Lake based on the MODIS data

LI Yong-sheng¹, WU Peng-fei²

(1. College of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China;

2. Urumqi Meteorological Satellite Ground Station, Country Meteorological Satellite Center, Urumqi, Xijiang 830011, China)

Abstract: Ebinur Lake areas is one of the four major sources of sandstorms in China. MODIS data have the features of time-sensitive, short-run cycle, data access fast, low-cost, suitable for mornitoring the lak water area. This paper obtained the change in Ebinur Lake by the MODIS data, analyzed the reasons for the change of E binur Lake area by the main factors to impact change in the Lake.

Key words: MODIS; water area; lake level changes; Ebinur Lake

中分辨率成像光谱仪 (moderate resolution imaging specter radiometer, MODIS) 是美国地球观测系统 (EOS) 装在 Terra 和 Aqua 卫星以及后继卫星上, 主要承担对大气、水、海洋、生物、陆地等地球综合圈层的测量和信息获取任务的观测系统, 其中星上携带的 MODIS 传感器所获取的资料具有时间分辨率高、空间分辨率较好、光谱分辨率高、覆盖范围广且可以免费获取的特点, 引起国内外遥感界专家、学者的普遍关注^[1,2]。目前该资料广泛应用于全球范围的大气和陆地范围环境动态监测、气候变化分析和地表覆被变化研究, 其广泛的区域覆盖率及良好的时间分辨率使得其在应用中有广阔的前景^[3]。

湖泊是重要的国土资源, 对发展经济、维持区域生态环境平衡起到重要的作用。然而由于人们大量围垦和拦截地表水流, 致使湖泊水面急剧缩减, 一大批烟波浩渺的大湖日渐萎缩甚至消亡。我国西部干旱区湖泊萎缩干涸现象较多, 但由于受环境条件的限制在这些区域很难通过常规观测手段获得整体湖面变化信息^[4]。利用 MODIS 卫星数据进行湖泊资

源的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。本文以艾比湖为例利用遥感方式来分析近年来艾比湖湖面变化情况, 为 RS 进行湖泊面积的动态监测进行试探性研究。

1 研究区概况

艾比湖位于新疆博州精河县西北, 是新疆第二大湖, 是第一大咸水湖。水位海拔约 194 m, 水深约 2.8 m~4.5 m, 平均水深 4 m, 方向为西北—东南, 在南北山地夹峙下的艾比湖宽约 30 km~80 km, 长约 100 km。盆地内气候干燥, 降水稀少, 多大风天气, 年均降水量仅 90.9 mm, 年均气温 8.3℃, 西部阿拉山口是全国著名的风口, 盛行西北风, 全年 8 级以上大风达 165 d, 最大风速 55 m/s, 多集中于 4~6 月^[5]。

艾比湖地处阿拉山口大风通道下, 荒漠生态系统极不稳定, 具有很强的敏感性和脆弱性。20 世纪 90 年代以来, 艾比湖由于入湖水量的减少, 湖面急剧干缩, 干涸湖底已沦为盐漠, 干涸的湖底已成为

收稿日期: 2008-06-18; 修回日期: 2008-07-12

作者简介: 李永生 (1976-), 男 (汉族), 安徽蚌埠人, 在读硕士生, 主要从事环境遥感方面的学习与研究工作。

浮尘天气的发源地,浮尘天气日数加剧,每年平均浮尘天气日数达 80 d,个别年份达到 106 d。每年春天,来自阿拉山口的强劲大风吹起艾比湖的裸露沙尘,直上 1 000 m 的高空,这股沙尘在天山北坡经济带、青海、甘肃、内蒙古、北京等地缓缓降落,成为上述地区沙尘暴的主要策源地。据测算,艾比湖的干缩给当地每年造成的直接、间接损失近 5×10^8 元人民币。

2 MODIS 数据选择及预处理

2.1 数据来源

选择地面卫星接收站接收的 2004 年至 2007 年 4 月~10 月中旬博州艾比湖上空为晴空、无云覆盖 MODIS 数据,按照每 10 d 的时间分辨率共计 63 副,进行水域面积的监测(11 月~3 月艾比湖被雪覆盖,轮廓不易判别)。

2.2 数据预处理

遥感图像处理软件对 MODIS 影像数据进行条带噪声消除处理,并将处理后的数据进行裁减处理。得到研究区域即艾比湖的可用分波段的 MODIS 遥感数据,并利用其第 1 (红波段)、第 2 波段(近红外)合成空间分辨率为 250 m,时间分辨率为 10 d 的影像图。

3 艾比湖面积变化及因子分析

3.1 水体的识别过程

由于艾比湖湖水含盐量高、水深浅,据统计资料,近年来艾比湖平均水深处仅为 1.4 m,其光谱特征不同于其他水深较大的淡水湖。因此,在进行面积监测时需要首先针对其特点统计出光谱特征,如表 1 所示。

表 1 艾比湖水域地物反射率在 MODIS 影像上的统计表 $\mu\text{m}, \%$

地物	1 波段(0.62~0.67)			2 波段(0.841~0.876)		
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
水体	14.9	8.5	10.1	9.9	3.4	3.9
滩涂区域	21.8	15.2	18.7	21.0	13.4	16.6

由于水体在 CH2 上的亮度值远远低于陆地和绿色植物在 CH1 上的亮度值,使得其所反映的植被指数值(NDVI)也远小于其它地物。对水体来说,其 NDVI 值是小于 0 的,根据这个原理就可以识别水体信息了^[6,7]。

3.2 湖面面积遥测算法

对于每一期(10 天合成)都可以提取出 NDVI

小于 0 的像元的总数,给这个总数乘以每个像元所代表的地面实际面积就是每一期湖面的面积。

$$S = N \cdot R^2$$

式中: S 为湖面面积; N 为湖面所在的像元个数; R 为影像分辨率。

3.3 艾比湖湖面变化特征分析

从整个遥测数据发现,艾比湖湖面在每年的同期数据中是减小的,也就是说湖面变化的总体趋势是逐年缩减(见图 1),究其原因:(1)降水变化对湖泊面积的影响。在过去的 10 年间,博州降水量呈波动的趋势,博州三个气象台站(博乐、精河、阿拉山口)的降水资料如图 2 所示。

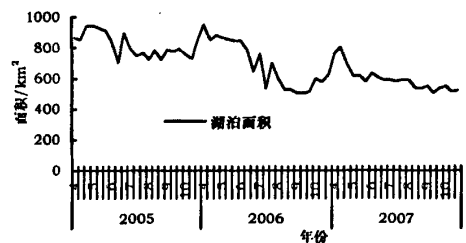


图 1 艾比湖湖面动态变化图

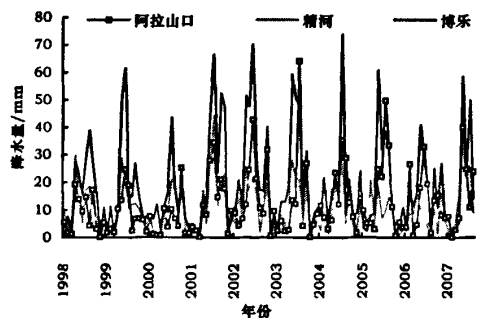


图 2 1998 年~2007 年博州地区降水量图

设湖面面积为函数 Y , 降水量为 X , $Y = a + bX$, 理论是用最小二乘法算出 a 和 b 的估计 \hat{a} 和 \hat{b} , 从而可以预测一段时间内的降水量及湖面面积。用统计函数可以得到降水量和面积变化的相关系数为 0.954 538, 通过相关系数的统计假设检验, 线性相关程度显著。

(2) 气温与蒸发量对湖泊面积的影响。在全球气候背景下, 作为西北干旱区主要组成部分的新疆地区气候也发生了显著变化, 其气温微弱持续上升(见表 2), 艾比湖水域面积逐渐减小, 并逐步沦为咸水湖泊, 接受大量的湖泊盐类沉积, 降水量减少, 蒸发量增大, 气候逐渐转向干旱。艾比湖湖滨区夏季最高气温接近 50°C , 且日照时间长, 年蒸发量为 1 626 mm, 北部阿拉山口年蒸发量高 2 495.3 mm; 艾比湖

接受的地表水多年平均入湖水量为 $5.31 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，地下水多年平均入湖水量为 $1.255 6 \times 10^8 \text{ m}^3$ [8]，湖面接受降水补给 $0.51 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，总量为 $7.075 6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的入湖补给水量大都消耗在湖面蒸发，仅能维持 500 km^2 左右的艾比湖水域面积。

(3)艾比湖水面面积的年内变化。图 3 为艾比湖区范围 2007 年 4 月~10 月水域面积动态变化情况，由图 3 可知，2007 年的 7 月~10 月为艾比湖的枯水期，4 月份以后，艾比湖水位逐渐下降，一年中在 3~4 月份水位最高，9~10 月份水位最低。

表 2 1998 年~2007 年博州地区气温变化表

年份	平均气温/℃			年份	平均气温/℃		
	阿拉山口	博乐	精河		阿拉山口	博乐	精河
1998	9.42	8.44	7.22	2003	8.48	8.03	6.55
1999	9.92	8.72	7.49	2004	9.45	8.87	7.53
2000	9.62	8.58	7.15	2005	8.42	7.82	6.41
2001	9.63	8.76	7.35	2006	10.17	9.48	7.68
2002	9.49	8.71	7.46	2007	10.42	9.69	7.71

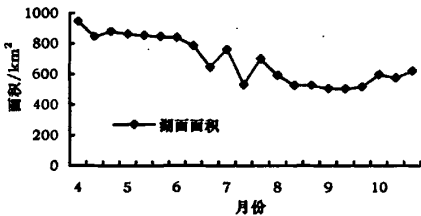


图 3 2007 年 4 月~10 月艾比湖面积变化图(每旬一幅)

其中 2007 年 9 月中旬艾比湖面积出现最小值 506 km^2 。其原因是 10 月份以后农业用水明显减少，入湖水量增大，蒸发量减小。特别是博尔塔拉河的径流因受博尔塔拉谷地三个地下水库的调节，使下游径流的集中期滞后半年，冬季出现丰水期，因水量和热量不协调，无法利用，大量流入艾比湖。3 月份湖滨地区又有积雪融水入湖，加之冬半年气温低、蒸发量少，故月份湖水位最高。4 月份以后，博尔塔拉河枯水期开始，由于农业大量用水，使入湖水量同冬半年相比增加不大，夏季气温高，蒸发强烈(4 至 9 月的蒸发量约占全年蒸发量 88 %)，使湖水位逐渐下降。9 月中旬之所以出现最小值，因为夏季强烈的蒸发作用和农田用水使艾比湖原本较浅的水位下降，

面积缩减。而冬半年为艾比湖的丰水期。其中 11 月至翌年 2 月为艾比湖的封冻期。翌年，艾比湖水位逐渐上升，湖面面积于 4 月至 5 月达到当年最大值 798 km^2 ，因为进入冬季之后，农田用水停止，蒸发作用减弱，再加上降雪融水的补给，所以这一时期面积为一年中最大。

4 结 语

选取 MODIS 为数据源，克服了 TM、SPOT 等数据运行周期长，覆盖面积小和经费高的不足。与数字高程模型估测艾比湖面积相比，MODIS 数据对湖泊面积的遥感监测时效性强，方法简便，适宜在业务中使用，具有很强的社会效益和经济效益。

由于全球气候变化导致的艾比湖地区大范围、系统性的降水偏少，平均气温持续偏高是造成艾比湖湖面近年来下降的主要原因。

通过分析得出：3 月~4 月为艾比湖的丰水期；而 9 月~10 月为艾比湖的枯水期，事实证明艾比湖近年来来水量减少，裸露湖底面积增加，生态环境有所恶化。近来艾比湖的水面的持续退缩的迹象已逐渐显现。

参考文献：

- [1] 张文建. 世界风云纵横：新世纪极轨气象卫星和应用进展[C]//. 中国遥感奋进创新二十年学术论文集，北京：气象出版社，2001：50—58.
- [2] 刘玉洁，杨忠东. MODIS 遥感信息处理与方法[M]. 北京：科学出版社，2001.
- [3] 郭华东. 对地观测技术与可持续发展[M]. 北京：科学出版社，2001.
- [4] 于雪英，江南. 基于 RS、GIS 技术的湖面变化信息提取与分析[J]. 湖泊科学，2003，15(1)：81—84.
- [5] 地理学会. 新疆地理手册[M]. 乌鲁木齐：新疆人民出版社，1993：159—172.
- [6] 彭望禄，余先川，Thomas M. et al. Remote Sensing and Image Interpretation(遥感与图像解译)[M]. 北京：电子工业出版社，2003.
- [7] 杜云艳，周成虎. 水体的遥感信息自动提取方法[J]. 遥感学报，2002，12(4)：264—269.
- [8] 乔传明. 艾比湖水面蒸发量及生态环境保护[J]. 干旱区地理，1996，19(2)：63—67.