基于 MODIS数据的西台吉乃尔盐湖水体 提取及水域面积的监测

全彩荣12,马海州1,周笃珺1

(1.中国科学院青海盐湖研究所青海 西宁 810008,2 中国科学院研究生院 北京 100049)

摘 要: 西台吉乃尔盐湖具有丰富的镁锂资源, 受补给、降水、水文地质条件及人为因素的影响, 理化性质和面积有较大变化。通过在湖表水和干盐滩进行样本点采集, 统计分析盐湖水体的光谱特征, 然 后根据 MO-DF数据第 1.2波段的反射率和 NDV I设定的阈值提取水体, 进行水域面积动态变化的监测, 结合气象资料, 对比分析了西台湖面积的变化情况和原因, 对盐湖水体的提取、湖区矿产持续开发利用和水体保护具有一定的指导作用。

关键词: 西台吉乃尔盐湖; MODIŞ水体提取; 水域面积监测

中图分类号: 0614.11 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2008) 04-0027-05

0 引 言

西台吉乃尔盐湖 (以下称西台湖)是镁锂 富集性盐湖,镁锂比高,并伴生钾、硼、镁等多种 组分的大型矿产地^[1],具有巨大的资源开采潜 力。但西台湖由于受补给、降水、地质构造、水 文地质条件及人为因素的影响,湖泊面积变化 很大,给矿产的可持续开发利用带来影响。 MOD & 中等分辨率成像光谱仪)共有 36 个光 谱通道,其空间分辨率最大可达 250 ^m,扫描宽 度为 2 330 ^{km},且数据免费获取,可以得到每天 最少 2次白天和 2次夜晚的全球数据,数据的 更新频率对实时对地观测有重要的实用价值。 因此,利用卫星遥感技术,及时、准确地对湖泊 水域面积的动态变化进行快速识别和面积测 算,对监测水体、矿产持续开发和水环境保护具 有重要的意义。

1 研究区概况

西台湖位于青海省柴达木盆地中部, 其地

理位置在 $37^{\circ}33' \sim 37^{\circ}53'$ N, $93^{\circ}13' \sim 93^{\circ}34'$ E 湖区属于典型的大陆性干旱气候, 表现为干燥 少雨, 蒸发强烈, 昼夜温差大的特征, 年平均气 温为 4. 47 °C^[2], 土壤为大面积荒漠盐土带, 植 被稀少。西台湖和东台湖主要受台吉乃尔河补 给, 由于经常改道, 近年来主要补给东台湖, 但 在 4 ~6月份融冰期和 7 ~8月份洪水期有水流 呈脉冲式补给西台湖, 湖水面积变化较大, 为季 节性湖泊。湖区地质构造复杂, 盐类矿产丰富, 以锂、硼、钾、镁盐为主。 其次为石盐、芒硝等矿 产, 西台湖矿化度一般在 300 ~360 ^{gy} [1^{2]}。图 1 和图 2分别给出的是 2001年和 2006年西台湖 及其周围地区的环境状况。

2 数据预处理

选取 NASA接收的分辨率为 250 m的 MO-DE影像数据,图像为 hd格式,在 ENV 4.4软 件下进行水体提取和水域面积的监测,进而进 行对比分析。首先去除条带噪声的干扰, ENV I 中的 destrip切能去除条带效果不好,经试验

收稿日期: 2008-07-11,修回日期: 2008-10-23

作者简介: 仝彩荣 (1982-)女, 在读硕士, 主要从事遥感和 GIS研究。 (C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnl



图 1 2001年 7月 14日西台湖及周围地区 MODIS 第 1.2 波段的假彩色合成影像

Fig 1 False color composition image of west Taijinar salt lake and surrounding region using band 1, 2, 1 of MODIS on July14, 2001



图 2 2006年 8月 25日西台湖及周围地区 MODIS 第 1、2 1波段的假彩色合成影像

Fig 2 False color composition image of west Taijinar salt lake and surrounding region using band 1, 2, 1 of MODIS on August 25, 2006

后采用中值滤波对 MODIS影像进行处理去噪声。由于水体的提取对面积精度要求较高,投

影采用双标准纬线等面积圆锥投影(Albers Conic Equal Area),根据区域所在的地理位置, 参数使用自定义设置(表 1),然后从 HDF头文 件中提取经纬度坐标,转化输出为 ENV 酌地 面控制点(GCP)文件,采用 Delaunay三角网插 值法进行几何校正,并去除"蝴蝶结"现象。

表 1 地图的投影类型及投影参数

Table1 Projection type and parameters ofmap

投影方式	双标准纬线等面积割圆锥投影
中央经线	93° E
第一标准纬线	25° N
第二标准纬线	47° N

3 水体提取和面积计算

3.1 水体的光谱特征

水体的光谱特征主要由水本身的物质组成 决定,同时又受到各种水状态的影响^[3]。一般 清水的反射率在可见光区都很低,在蓝一绿光 波段反射率 4% ~5%,0.60 ^µ ^m以下的红光部 分反射率降到 2% ~3%^[4],至红外、短波红外 部分水几乎成了全吸收体,这一特征与植被和 土壤光谱差异十分明显 (图 3)。因此,在近红 外遥感影像上,水体一般呈深色调,与周围植被 和土壤的色调形成较大的反差,因而在红外波 段识别水体是较容易的。



图 3 水体和其他典型地物的光谱反射率曲线^[5] Fg 3 Spectral reflection curves of water and other typ; cal ground objects

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnl

3.2 西台湖在 MOD IS影像上的特征

西台湖湖水矿化度大、水体浅、湖水水化学 动态极不稳定。湖水水化学特征取决于湖水的 存续时间,湖水因补给而存在到蒸发而消失,反 映了湖水在接受补给后的溶解咸化、蒸发浓缩、 析盐消失的过程,所以,其光谱特征不同于其他 水深较大的淡水湖。为了准确提取水体,将 MO-DF第 1、2.1波段进行假彩色合成¹⁹,图像上裸 地为绿色,水体为紫红色,视觉效果明显。考虑 到西台湖面积较小,而东台湖与西台湖在理化性 质上相似,因此在东台湖的水体与干盐滩分别均 匀取 30个样本点,在西台湖分别均匀取 15个样 本点,记录其在 MODE第 1.2波段的反射率,然 后统计所采样点的最大值和最小值(表 2)。

归一化植被指数(NDV)作为土地各种植 被类型特征的一个度量^[7],可以引入进来作为 提取水体的一个因子。基于 MOD IS数据的 NDV 计算公式如下:

NDV $\models (b - b_1) / (b_2 + b_1)$

式中, b_1 和 b_2 分别是 MODIS数据的第 1和 2 波段的地表反射率。

Table 2 Statistical egenvalues of various ground objects						
地物	1波段反射率 /%		2波段反射率 1%		NDVI	
	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
东台湖水域	34. 59	58.06	34.36	1. 21	-0.001595	-0.764610
东台湖干盐滩	37. 75	16. 22	44.27	16.84	0. 097 597	0. 001 842
西台湖水域	21. 17	14. 85	21.09	9.74	-0.001759	-0.261907
西台湖干盐滩	28. 21	18.42	34.16	18. 18	0. 103 339	0. 002 220

表 2 各地物特征值统计表

3.3 水体的提取

第 1波段 (0.620~0.670 µ^m)和第 2波段 (0.841~0.876 µ^m)分别为红光波段和近红外 波段, 是提取水体的有效波段^[8]。根据统计的 水体的光谱特征, 可以单纯利用 MODIS数据的 第 2波段将西台湖水域提取出来, 但是从表 2 可知, 西台湖水域和干盐滩的反射率存在交叉, 所以仅仅利用第 2波段的反射率数据设定阈值 提取水体有一定的误差。在采集样本点过程中 发现水域的第 1波段的反射率都比 2波段的反 射率大, 而干盐滩的第 1波段反射率都比第 2 波段的反射率要小, 西台湖水体在近红外波段 的反射率小于 30%, 且水域的 NDV 植为负值。 利用这一特征, 使用 ENV 中的波段运算功能, 将西台湖水域提取出来, 得到影像上水体的 2 值图像。

3.4 水域面积的计算

在得到的二值图像上,统计出西台湖水体的像元数,再乘以每个像元所覆盖的面积^[9], 即可得到西台湖实际的水面面积。面积统计利。

用 ENV 中的面积报表进行求算,最后从遥感 影像上得到西台湖水域的面积(表 3)

表 3 西台湖水域面积

Τał	ble 3	Water	acreage	of west]	[ajinar	sa]t]ake
-----	-------	-------	---------	----------	---------	-----------

像元个数	面积 / km
0	0
84	5. 250 0
191	11.980
456	28 500 0
378	23.6250
370	23.1250
809	50 562 5
65	4.0625
88	5. 500 0
87	5. 437 5
	像元个数 0 84 191 456 378 370 809 65 88 88 87

4 结果与讨论

4.1 西台湖水面年内变化

表 3中可以看到西台湖 2001年水域面积 动态变化情况,在无人为因素干扰下,西台湖湖 表水的变化主要受天然降水,冰雪融水,蒸发和 渗漏的影响。据简易观测资料,2001年降水总 量为17.8^{mm},主要集中于8月份(4次),占全 年降水量的67.4%,全年蒸发度为 2505.9^{mm},以5~8月为主(占全年的 62%)^[2]。结合冷湖、大柴旦和格尔木气象站 的资料分析(图4),2001年10月到次年3月最 大降水量仅0.5^{mm},为这一区域的干季,西台 湖处于枯水期。台吉乃尔河对西台湖的脉冲式 补给一年中主要有两个时期4~6月接受台吉 乃尔河上年度河床内冻冰融化水的补给,水域 面积由11.9380^{km²}增加到28.5000^{km²};7~8 月份为集中降水期,这个时期的补给来自昆仑 山区河流洪水的渲泄,与那陵郭勒河丰水期相 对应,水量足,流速快,使得湖水面积迅速增长, 8月24日的影像上显示面积达50.5625^{km²}。

湖区内褶皱和断裂构造十分复杂,形成地 下水赋存的良好环境,同时也是湖表水与地下 水以及西台湖与其他湖进行水力联系的通道, 所以湖水面积的变化与此有一定的关系。





4.2 西台湖水面年际变化

选择了 2006年降水集中的 7月和 8月的 影像监测西台湖的湖水面积变化,并与 2001年 进行对比。图 1中可以明显的看到西台湖湖表 水,湖水面积为 23.125 0 km²,而由图 2和表 3 来看, 2006年的西台湖面积急剧缩减,在隆水 和洪水最多的季节,面积不足 10 km²。但从降 雨量来看,2006年的月平均降雨量和年平均降 雨量都比 2001年的要多(表 4表 5)。

表 4 2001年和 2006年各气象台站降水量月值对比 (^{mm)*}

Table 4 Comparision of monthly rainfall of three meteor obgical observatories between 2001 and 2006 mm

月	冷湖		大學	大柴旦		格尔木	
份	2001 a	2006 a	2001 8	¹ 2006 ^a	2001 a	2006 a	
1	0	1. 3	0.3	3. 0	0.1	0.7	
2	0	0.5	0.4	5.7	0	1. 3	
3	0	0	0	0.3	0	0	
4	0	0.6	24	11.1	1. 3	7.8	
5	2 0	0	0	0	7.3	27	
6	0	0.7	6.7	11.7	0.2	4.3	
7	0	4.0	29	41.3	0.3	15. 2	
8	9.1	0.3	25.5	25.8	16.7	7.9	
9	0.7	0	10.5	1. 0	2 4	2 0	
10	0	3. 0	0	7.1	0	1. 7	
11	0	0.4	0	2 1	0	0	
12	0	0.8	0.5	6.2	0	0.6	

*资料源自中国气象科学数据共享服务网

表 5 各气象台站年降水量和相对湿度状况*

Table 5 Annual rainfall and relative hum idity record of three meteorological observatories

气象台站	年降水	量/mm	相对湿	相对湿度 🆄		
	2001 a	2006 a	2001 a	2006 a		
冷湖	10. 0	11. 6	27	32		
大柴旦	49. 2	115.3	32	36		
格尔木	28. 3	44. 2	30	31		

*资料源自中国气象科学数据共享服务网

在降雨量增加的情况下,西台湖水域面积 的缩减有诸多因素综合起作用。湖盆中的地表 水脉冲式补给地下水,又通过湖表卤水蒸发和 盐滩蒸发而变化;区内断裂构造比较发育,其中 苦水沟断裂是西台矿区和一里坪矿区水力联系 的主要通道,丰水期西台湖湖水可以通过苦水 沟补给一里坪矿区;在 2006年的遥感影像上 (图 2),可以明显的看到采卤渠和矿区的存在, 大部分的湖表水和地下水被引入西台矿区和一 里坪矿区,这种引入造成地下水水位的下降,湖 表水通过下渗补给地下水,加以蒸发作用强烈, 湖表水面积缩减。所以人为开挖和采集地下卤 水改变了湖表水和地下水的水力联系, 加速了 湖表水的消减。

5 结 论

①盐湖水体与淡水湖泊的光谱特征存在较 大差异,在采集样本点的基础上统计其光谱特 征,对于盐湖水体的提取起着重要作用;

②利用 MOD B数据的第 1、2波段的光谱 特征进行盐湖水体的提取,方法简单。但由于 盐湖中各种矿物的存在,在不同时相的影像上 其反射率有所差异,这一点还需要进一步的考 虑和分析;

③西台湖湖表水的大面积缩减,受多种因 素控制,其中人为因素加速改变了湖表水和地 下水赋存、运移的环境,促进了湖表水的减少;

④西台湖矿区作为重要锂矿生产基地,实时动态监测湖水变化,找到变化的原因及规律, 对于矿产的持续开发和综合利用以及水体环境的保护都有重要的指导意义。

参考文献:

- 高东林,马海州,张西营,等.西台吉乃尔盐湖采卤前的 水动态背景[¹].盐湖研究,2006,14(3);6-10.
- [2] 青海省金星矿业有限公司.青海省大柴旦镇西台吉乃尔 湖锂矿矿区勘探报告[R].西宁:青海省金星矿业有限 公司,2002.
- [3] 王进华. 盐田水体的遥感分类方法研究一以连云港台北 盐场为例[1]. 硕士学位论文: 9-15
- [4] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[^M]. 北京: 科学出版
 社, 2003, 414
- [5] 张树誉,李登科,李星敏,等. EOS/MOD 5资料在渭河洪 涝动态监测中的应用[J].成都信息工程学院学报, 2004, 19(4): 564-568
- [6] 丁莉东, 吴昊, 王长健, 等. MODIS图像湖泊水体信息的 快速识别与制图[].海洋测绘, 2006, 26(6): 3 → 34.
- [7] 吴赛, 张秋文. 基于 MODIS遥感数据的水体提取方法及
 模型研究[]. 计算机与数字工程, 2005, 33(7): 1-4.
- [8] 周成虎,杜云艳,骆剑承.基于知识的 AVHRR影像的水体自动识别方法与模型研究[J.自然灾害学报,1996,5 (3):100-108.
- [9] 宫恒瑞,肖继东,李聪,等.基于 MCD IS卫星数据对艾比湖 水域面积变化的监测[].新疆气象, 2005 28(2): 18-20

Water Body Extraction and Acreage Monitoring of West Taijinar Salt Lake Based on MODIS Data

TONG Cai rong², MA Hai zhou, ZHOU Du jun

Qinghai Institute of Salt Lakes Chinese Academy of Sciences Xining 810008 China
 2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences Beijing 100049 China)

A bstract W est Taijinar salt lake is rich in magnesium and lithium resources Being affected by recharge rainfall human activities and other hydrogeologic conditions the physicochemical properties and surface area vary largely Spectral characteristics of the salt lake region have been counted and analyzed according to the sample points collected on lake surface or salina. Then water body of west Taijinar salt lake can be extracted by the reflection threshold of band 1, 2 of MOD IS and NDVI and water acreage can be monitored. The changing conditions and reasons are also compared and analyzed through the meteorological data

Key words West Taijinar salt lake MODS Water body extraction Water acreage monitoring