

# 基于遥感技术的滇池水域面积变化监测研究

王 军, 温兴平, 张丽娟, 周 杨

(1. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 昆明 650093; 2. 云南省矿产资源预测评价工程实验室, 昆明 650093)

**摘 要:** 利用遥感技术,以1992年TM,2000年ETM+,2006年ETM+,2011年ETM+,2012年ETM+,2013年ETM+6年的遥感影像为数据源,探讨昆明市滇池从1992年到2013年水域面积的变化。对6幅影像进行缨帽变化并通过波段比值法增强后设置相应的阈值提取水体边界,通过envi软件计算其面积,取得了很好的效果。

**关键词:** 遥感; LandsatTM/ETM+; 滇池; 水域面积; 缨帽变换; 波段比值

**中图分类号:** P 236 **文献标识码:** A

## Study on the Basin Area Change of Dian Lake Based on Remote Sensing Technology

Wang Jun, Wen Xingping, Zhang Lijuan, Zhou Yang

(1. Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. Mineral Resources Prediction and Evaluation Engineering Laboratory of Yunan Province, Kunming 650093, China)

**Abstract:** In this paper, remote sensing technology is used to discuss water area changes of the Dian Lake in Kunming, Yunnan Province from 1992 to 2013, with 1992 TM, 2000 ETM+, 2006 ETM+, 2011 ETM+, 2012 ETM+, 2013 ETM+ remote sensing images as the data source. The six images were enhanced by tassled cap transformation and band ratio ( $b3/b1$ ), then the corresponding threshold was set to extract the water boundary. The area is calculated by envi software and good results were achieved.

**Key words:** remote sensing; Landsat TM/ETM+; Dian Lake; basin area; tassled cap; band ratio

传统的水资源调查手段费时费力,难以对水域进行及时、准确、全面的监测,而遥感作为一种动态监测水域变化的手段,具有数据来源多、覆盖面广、费用低等许多优点,因此被广泛利用<sup>[1-2]</sup>,成为湖泊研究强有力的手段。目前遥感技术已成为一种影像遥感和数字遥感相结合先进、实用的综合性探测手段,被广泛应用于测绘、农业、林业、地质、水利、气象、海洋和环境保护等各个领域。徐新刚等人利用遥感技术建立了农作物单产估算模型<sup>[3]</sup>,顾行发<sup>[4]</sup>等人对黄淮海苔灾害进行了遥感立体监测,并证明了其可行性,利用遥感技术对水域面积进行监测是一项重要的应用,成为水文统计、水资源宏观监测及评价、水利工程设计等的重要依据。许多学者对此也进行了大量的研究与探索,如M. Chawiraa, T. Dubeb, W. Gumindogac利用遥感技术对津巴布韦地区的Chivero和Manyame湖泊进行了水质监测<sup>[5]</sup>;郭妮等利用MODIS对我国的西北地区近年来内陆湖泊变化反映的气候问题进行了研究<sup>[6]</sup>;赵改君对青海治多县湖泊进行了遥感动态变化监测研究<sup>[7]</sup>;王海波等<sup>[8]</sup>从湖泊动态变化研究的基本原理和数据源、湖泊信息提取方法和遥感动态监测方法等几方面介绍了国内外遥感技术在湖泊动态变化研究的主要进展情况。

目前湖泊信息的提取方法很多,遥感技术提取水体的基本依据是在可见光和近红外波段内,水体和其

**收稿日期:** 2014-06-19

**基金项目:** 国家自然科学基金(41101343)和云南省高技术产业发展项目计划联合资助

**作者简介:** 王 军(1987-),男,山东临沂人,硕士研究生,主要研究方向为遥感地质

**通信作者:** 温兴平(1970-),男,山西兴县人,教授,博士,主要研究方向为遥感地质。

他地物的光谱之存在的反射差异。最常规也是最准确的水体识别方法是目视解译法,但它在水体信息分布状态的描述和时间效率方面存在局限性。湖泊水体信息的计算机自动提取较为传统的方法包括:阈值法、色度判别法、谱间关系法、多光谱关系运算法、光谱混合分析法、彩色空间转化法等;随着遥感技术的发展,近年来又有一些新的技术涌现。常见的有神经网络分类法、数学形态学方法、决策树分类法、混合像元分解小波分析方法等。

滇池是云南省昆明市最大的淡水湖,而且在昆明市下游方,人口达 $2.20 \times 10^6$ ,昆明城区所有的废水都注入滇池,成为滇池污染严重的根本原因,滇池流域是云南省会昆明市的所在地,是该省的政治、文化中心,也是云南省人口最稠密、社会经济最发达的地区。随着国民经济和社会迅速发展,人口快速增长和城市规模的不断扩大,流域内的水资源情势发生了很大的变化,水资源供需矛盾突出,近年来一直在加强滇池方面的治理,而且昆明前几年发生过大旱,本文以该市滇池6年的遥感影像为研究对象,利用遥感技术,通过对这6年滇池面积进行对比,进而研究引起这种变化的原因,并探讨昆明的大旱是否能通过遥感影像反映出来。

### 1 研究区概况

滇池又名昆明湖、昆明池,位于中国云南省昆明市西南部,  $E102^{\circ}29' \sim 103^{\circ}00'$ ,  $N24^{\circ}27' \sim 25^{\circ}27'$ , 是云贵高原上的一颗明珠,兼具有多种功能,如防洪、供水、旅游、渔业、调节气候。湖面海拔高度为1886 m,南北长39 km,东西最宽为13 km。湖岸线长163.2 km,面积为306.3  $km^2$ , 容量为15.7亿  $m^3$ , 是中国第六大内陆淡水湖。



图1 滇池地理位置示意图

Fig.1 The geographical location diagram of Dian Lake

### 2 遥感影像的预处理

研究选取1992年、2000年、2006年、2011年、2012年、2013年采集的Landsat-TM(分辨率为30 m)影像和Landsat-ETM+影像作为研究对象。为了保证遥感影像后续处理的可靠性和稳定性及具有标准的地理空间坐标,以便进行不同时像的遥感影像叠加分析,利用遥感处理软件对其依次做如下处理:①利用1:50 000地形图对影像进行几何校正;②对校正后的影像进行裁剪,得到研究区域影像。

### 3 水域面积信息提取

首先依次对预处理中裁剪好的6幅遥感影像进行缨帽变换,ETM+图像经过缨帽变换处理后,每个组分图像所代表的特征意义分别是亮度、绿度和湿度,缨帽变换后的湿度分量是与水体直接相关的,这里通过第

三分量与第一分量做比值来增强水体信息,以便更好地区分水体与陆地、山体阴影与水体阴影。6幅影像经过缨帽变化并进行波段运算(b3/b1)后对影像进行增强,分别设置相应的阈值(1992年影像设置的阈值为0~0.45,2000年设置的阈值为-0.04~3,2006年设置的阈值为-0.2~0,2011年设置的阈值是0~0.31,2012年设置的阈值是-0.2~0.27,2013年设置的阈值是0~0.37)即可很快速地把水体信息提取出来并依次输出为矢量。

通过图像增强后设置阈值提取的滇池水域边界,可以比较清晰地看出来效果比较好,然后再对6幅矢量图像按矢量长度(也可以按照面积大小进行筛选)从大到小进行筛选,其中矢量长度最大的是滇池的边界,通过这种方法可以将其他一些小水体及其他过滤掉,处理结果如图2所示。

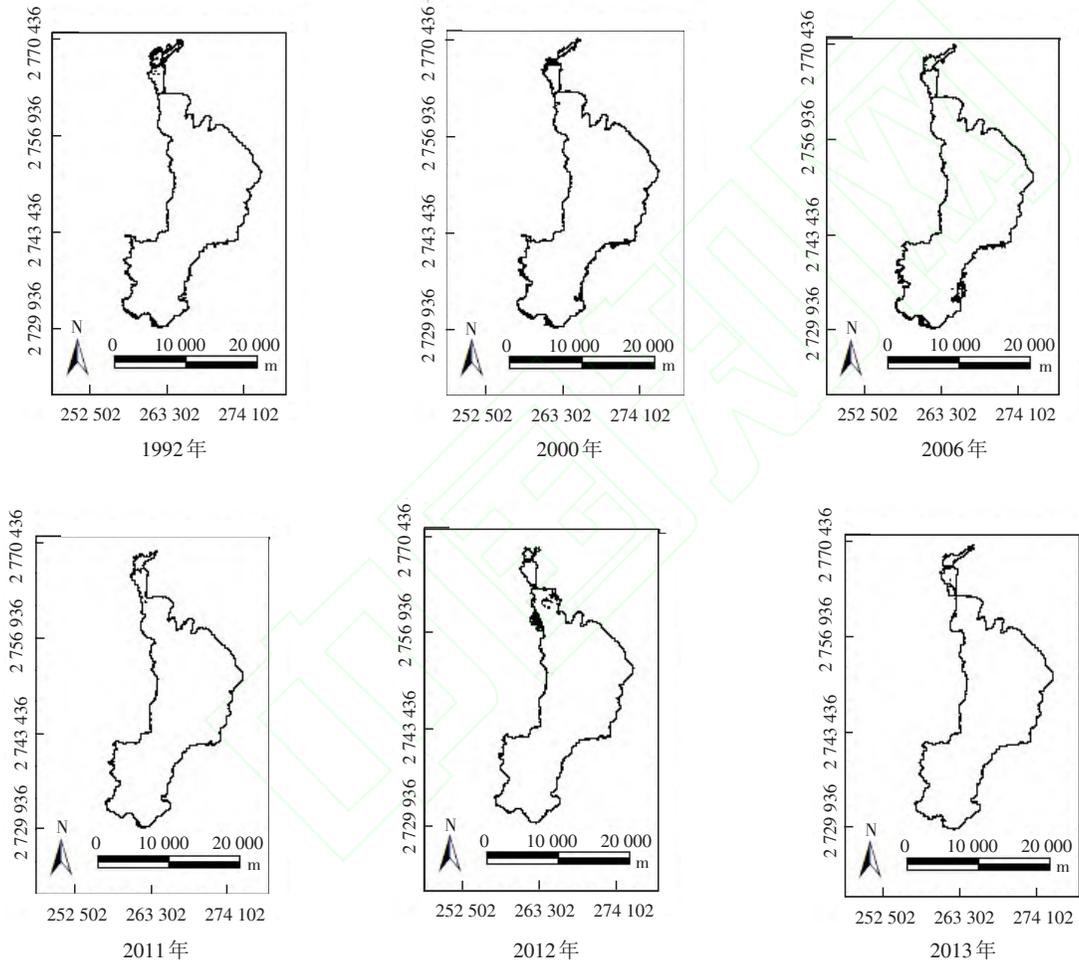


图2 滇池6年的边界矢量图

Fig.2 Dian Lake vector boundary of four years

如图2所示,可以看到通过这种方法可以快速方便地将滇池的水域边界提取出来。通过这种方法在提取2012年滇池水域边界时,最北边明显相比其他提取的边界少,通过对比原遥感影像,得知少的那一块是蓝藻泛滥,被蓝藻覆盖,导致其色调和岸上的地物色调大致相同,以至于没能提取出来,不过这个可以通过后期的目视解译很容易区分开来,其面积可以通过感兴趣区域计算出来,提取出来的面积和通过感兴趣区域提取出来的面积之和即是滇池的最终水域面积,效果非常好。运用遥感专业处理软件envi快速计算出边界所围成的面积,计算结果如表1所示。

表1 滇池流域6年的水域面积

Tab.1 The area of Dian Lake basin of 6 years

年份	滇池水域面积/m <sup>2</sup>
1992	3.00×10 <sup>8</sup>
2000	2.99×10 <sup>8</sup>
2006	3.03×10 <sup>8</sup>
2011	2.95×10 <sup>8</sup>
2012	2.87×10 <sup>8</sup>
2013	2.92×10 <sup>8</sup>

为了增加对比性,选取将2006年和2011年两年的滇池边界矢量在arcgis中将两个图层重叠在一起,放大后截取其中的局部,如图3所示。

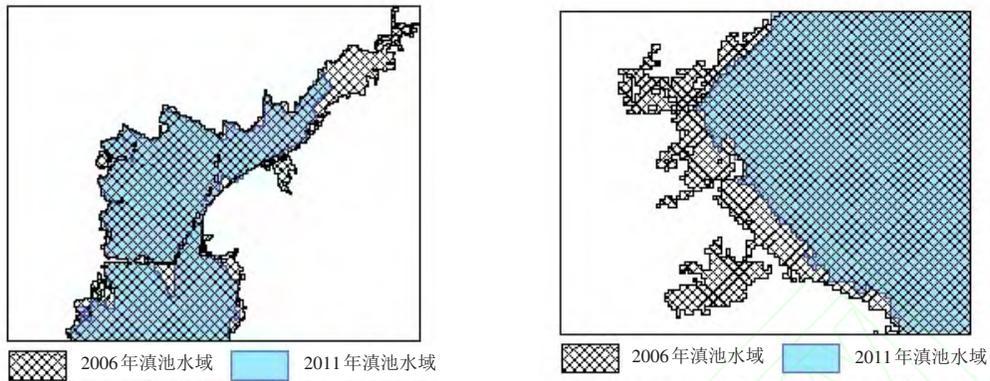


图3 滇池2006年、2011年两幅影像重叠后的局部放大图

Fig.3 Partial enlarged drawing of 2006 and 2011 after overlapping

从图中3可以看到2011年的水域面积比2006年减少了许多,灰色与方格重叠的部分是两年共同的水域部分。

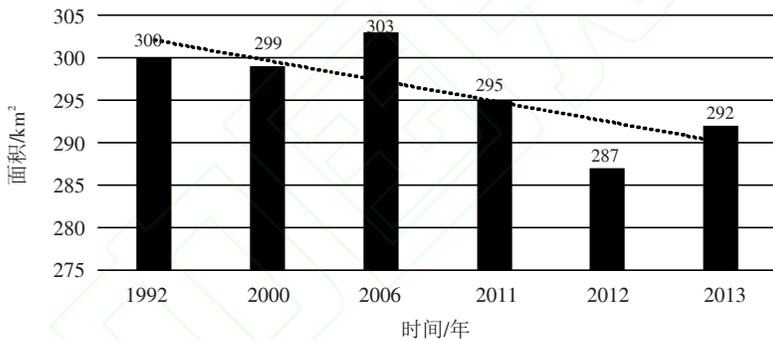


图4 滇池水域面积

Fig.4 The area of Dian Lake basin

#### 4 结论

通过图2,可以直观地看到昆明市滇池水域面积的变化总体是呈下降趋势,其中1992年到2000年滇池的水域面积总体呈缓慢下降趋势,从2000年到2006年滇池的水域面积出现明显回升,而从2006年到2011年再到2012年滇池的水域面积持续大幅度减少,从2012年到2013年滇池水域面积开始明显回升。

通过查阅相关资料,得知自1996年西园隧洞工程完工后,增加了出流通道,从而导致出湖水量明显增加,再加上大面积围湖造田,大规模工业发展、成倍增长的人口,使滇池承受着前所未有的挑战,滇池的水域面积到2000年已经缩小到299万km²;2000年到2006年滇池水域面积较之前有明显的上升,因为在“十一五”期间大面积兴建湿地,昆明市围绕环湖截污、环湖公路、环湖生态、主要入湖河道整治、污染底泥疏浚、水资源内补外调(牛栏江-滇池补水工程)六大工程开展滇池治理已见成效,这是滇池水量也在逐渐增加的根本原因;2010年昆明经历了历史上罕见的一次大旱,导致水量严重减少,这也是滇池水域面积在2011年,2012年迅速减少的最为重要的原因。再者上面6年的滇池水域边界图,发现2011年滇池水域边界尤其是下半部分比之前的3幅“清爽”了许多,这也和采取强力措施治理滇池是分不开的,环湖截污的地下“长城”建好后,将在上面大搞绿化带,形成一条条绿色飘带环绕滇池的美丽画面。通过2006年和2011年滇池边界矢量重叠局部放大图发现,红色比黑色的减少不少,这也进一步验证了昆明滇池水域面积大幅减少的原因。而2013年

滇池水域面积出现明显的回升,因为一年来,昆明市把滇池治理作为全市头等大事和头号工程来抓,全面启动“滇池治理3年行动计划”,坚持高位统筹、铁腕治污、科学治水、综合治理,坚定不移推进“六大工程”建设,十座调蓄池通水运行,牛栏江30日正式补水滇池湿地加入“护滇大军”百亿融资全面支持治理滇池该,并且取得持续性进步。虽然滇池的水域面积正在慢慢回升,但相比之前还是减少了不少,治理滇池,保护滇池是一项长期艰巨的任务,时刻都要保持警觉,丝毫不能懈怠。

滇池与现代新昆明建设、云南对外开放形象、全省经济社会可持续发展、富裕民主文明开放和谐云南建设密不可分,在云南省经济发展中的战略地位和作用举足轻重,利用遥感技术快速监测滇池水域面积的变化,继而对流域内水资源演变情势进行分析研究,为流域水资源开发利用、合理配置、保护治理、水资源水环境承载能力研究及水资源规划等提供科学依据,具有重要的意义。

**致谢:**本文得到昆明理工大学地质过程与矿产资源省创新团队和昆明理工大学遥感地球化学学科方向团队联合资助,在此表示感谢。

#### 参考文献:

- [1] White K, Elasmara H M. Monitoring changing position of coastlines using thematic mapper image[J]. An Example from the Nile Delta, 1999(1-2).
- [2] 曹荣龙,李存军,刘良云,等. 基于水体指数的密云水库面积提取及变化监测[J]. 测绘科学, 2008, 33(2): 158-160.
- [3] 徐新刚,吴炳方,徐继华,等. 农作物单产遥感估算模型研究进展[J]. 农业工程学报, 2008, 24(2): 290-298.
- [4] 顾行发,陈兴峰,尹 球. 黄海浒苔灾害遥感立体监测[J]. 光谱学与光谱分析, 2011, 31(6): 1627-1632.
- [5] Chawiraa M, Dubeb T, Gumindogac W. Remote sensing based water quality monitoring in chivero and manyame lakes of Zimbabwe[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2013, 66: 38-44.
- [6] 郭 妮,张 杰,梁 芸. 西北地区近年来内陆湖泊变化反映的气候问题[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2): 211-214.
- [7] 都金康,黄永胜,冯学智,等. Spot 卫星影像的水体提取方法及分类研究[J]. 遥感学报, 2011, 5(3): 214-219.
- [8] 王海波,马明国. 基于遥感的湖泊水域动态变化监测研究进展[J]. 遥感技术与应用, 2009, 24(5): 674-684.

(编辑 孟兰琳)