

基于完全遥感的湖泊湿地水文特征参数综合反演

朱长明¹, 张新², 黄巧华¹

(1. 江苏师范大学地测学院, 江苏 徐州 221116; 2. 中国科学院遥感与数字地球研究所, 北京 100101)

摘要: 湖泊水文特征参数在水资源合理配置、规划、灾害预警中发挥了重要的作用。在总结现有的水文特征参数遥感提取方法的基础上, 依据多源多时相遥感数据, 构建基于完全遥感的湖泊水文特征参数综合反演技术框架体系。首先, 通过多光谱遥感影像完成水域面积参数的时间序列遥感提取; 然后选取测高卫星 ICESat GLAS 的有效激光雷达点云数据, 对湖泊水位高程信息进行反演; 进一步根据湖盆数据对湖泊水资源量估算, 并通过“面积—水位—水量”关系模型构建, 实现湖泊水文特征参数的高动态模拟。实验表明: 该方法反演的水文参数与实测数据一致性较好, 误差较小, 结果可信度高; 体现了遥感在水资源综合监测中的技术优势, 可为区域水资源调查与监测提供技术参考。

关键词: 水文参数; 遥感监测; 水资源; 自动提取

中图分类号: TP75.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2018)05-0029-05

1 引言

面积、水位、水量等水文特征参数的遥感估算与反演一直是陆地水循环遥感监测研究中的一个重要内容。及时获取湖泊的面积、水位和蓄水量信息, 对于区域水资源合理配置与规划、洪水分析、防洪决策、灾害预警具有重要意义和积极作用。然而, 就全球范围而言, 基于陆面监测网络的传统方法对其研究和信息获取的能力相对来说比较有限, 不能够满足大区域尺度应用中数据空间精度和信息时效性的要求^[1]。随着遥感技术的发展, 其具有宏观、快速、周期性观测等特点, 被广泛应用于区域尺度水资源调查与监测, 已成为水资源调查和研究中不可替代的技术手段之一。

水面分布制图是遥感在水资源调查中最早的应用领域之一。由于水体和陆地光谱反射特性的不同, 光谱差异比较明显, 水体在空间上表现为很强的连续性和均匀性, 水陆界线清晰, 国内外学者很早就对此展开了研究, 并提出了许多行之有效的水体信息提取模型。

如: 周成虎等提出基于水体光谱知识的水体自动判别方法^[2]; 针对水体在 AVHRR、TM 等多光谱遥感影像上的光谱特性, McFeeters 等提出的归一化差异水体指数 (NDWI)^[3]; Paul Shane Frazier 等对 TM 数据的单一波段采用密度分割法提取水体信息^[4]等等。其中, 基于水体指数阈值分割法是水体提取中最为常用和快捷的方法。

水位信息遥感是随着空间技术的不断进步而发展起来的卫星测高技术的重要应用领域^[5]。近年来在此方面展开了大量的研究, 例如: Koblinsky 等率先利用 GEOSAT altimeter data 对亚马逊流域的水位变化进行了监测^[6]。Zhang 等利用 TOPEX/Poseidon 数据对长江的水流量和洞庭湖的水容量进行了估算^[7]。高永刚等以呼伦湖为例, 利用 TOPEX/Poseidon 测高卫星 1993~2002 年的 GDR (Geophysical Data Record) 和 WDR (waveform data records) 数据以及 Jason-1 (2002~2005 年) 的 GDR 数据对湖泊水位变化进行研究^[8]。Urban TJ 等将 ICESat_GLAS (Geoscience Laser Altimeter

收稿日期: 2017-06-13

基金项目: 国家自然科学基金项目 (61473286); 国家重点研发计划项目 (2017YFB0504201)

作者简介: 朱长明 (1983-), 男, 安徽庐江人, 博士, 副教授, 主要从事遥感信息智能提取、湿地生态环境遥感以及干旱区水文水资源研究等。

E-mail: zhuchangming@jsnu.edu.cn

System) 数据应用于内陆湖泊、河流等水体的水位变化监测^[9]。Zhu C 等利用 ICESat GLAS data 对博斯腾湖湿地的水位及芦苇高程信息进行了反演^[10]。

水量计算方面, 基于空间遥感技术国内外学者已经开展了一系列的探索研究^[11-15]。纵观现有基于空间信息技术的水量估算方法, 大体上可以分为两大类。一是已知湖盆数据或者水深数据的湖泊, 研究思路是直接按照静态库容计算相应水位下的湖泊贮水量^[12-15]; 二是缺乏湖盆或水深资料的湖泊, 算法原理主要是根据实地观测数据, 建立“面积—库容”的关系模型, 然后利用遥感影像提取实时水域面积, 再通过建立“面积—水量”模型推导出水资源量^[11, 16-17]。所以, 对于湖盆数据已知, 计算出水量以及动库容相对容易; 但是对于湖盆数据未知或者说没有精确的湖盆测量数据, 难以直接计算湖泊的蓄水量。

通过以上文献分析发现, 现有的这些研究大都是针对单一水文特征参数的提取, 每次计算得到面积、水位或水量中的一个指标。文章在现有的面积、水位和库容单一参数算法的基础上, 提出了湖泊水文特征参数综合反演算法体系。并以博斯腾湖为例利用多源遥感信息技术结合常规的水文数据处理, 建立“面积—水位—水量”关系模型, 实现湖泊水位、水量等水文参数信息的高动态模拟。

2 实验区与数据源

选取新疆博斯腾湖为实验区(见图1)。研究区地处天山南坡, 东经 $86^{\circ}19' \sim 87^{\circ}28'$, 北纬 $41^{\circ}46' \sim 42^{\circ}08'$, 区域干旱少雨, 是我国最大的内陆淡水湖泊之一, 水文特征要素年际、年内变化明显。实验所用的光学遥感影像来自 USGS 的 Landsat 系列存档数据; 卫星测高数据采用了 NASA (National Aeronautics and Space Administration) 发布的 ICESat GLAS (Ice Cloud and land Elevation Satellite, Geo-science Laser Altimeter System) 激光雷达测高数据。对遥感数据预处理, 统一坐标投影^[18-20]。

3 水文参数综合反演方法体系

基于完全遥感的水文特征参数综合监测技术流程体系见图2。首先通过多时相光学遥感数据, 采用“全局—局部”水体自适应提取算法, 实现湖泊水域面积的遥感自动监测; 然后通过激光雷达测高数据和湖泊的面积分布, 实现有效激光点云的选择, 反演

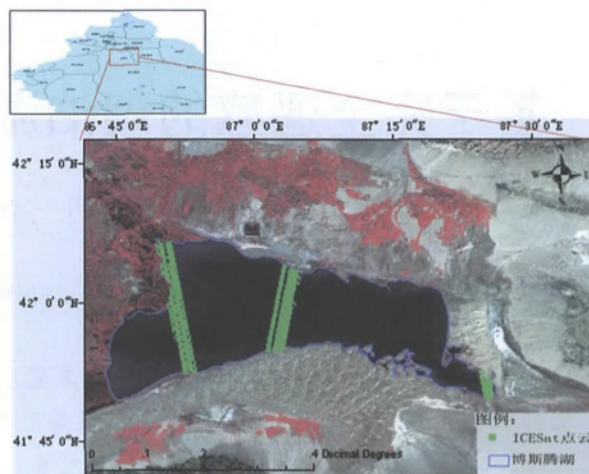


图1 研究区

Fig.1 The location of the study area

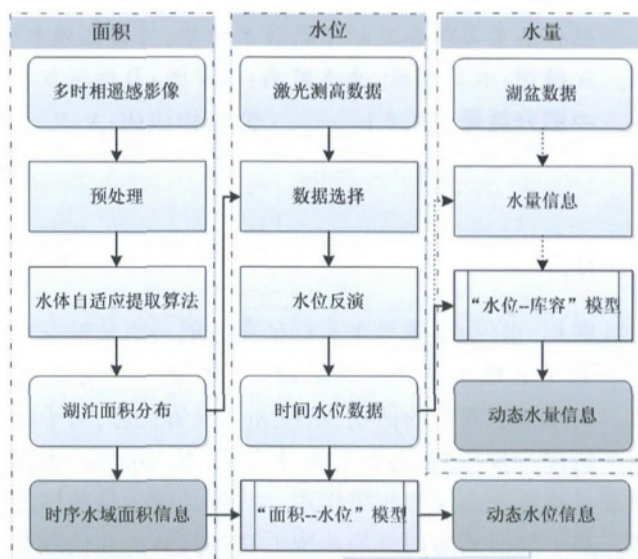


图2 湖泊水文特征参数遥感反演体系

Fig.2 Flow chart of the lake hydrologic info extraction

出时间序列水位数据, 再根据面积水位数据构建“面积—水位”模型, 完成动态水位信息计算; 最后依据湖泊、水位数据和湖泊的水量信息, 构建针对特定湖泊的“面积—水位—水量”关系模型, 通过已有的“面积—水位”模型, 实现湖泊水位、水量等参数的高时间动态估算。

3.1 水体自适应迭代提取

在 NDWI (Normal Difference Water Index, NDWI) 直方图上, 水体主要分布于右侧的峰, 而非水体分布在左侧的峰, 水体目标与背景构成典型的双峰分布特征为水体提取提供依据^[21-22]。基于水体指数阈值分割法提取的难点在于水体间光谱特征差异大, 难以用一

个固定的阈值实现水体精确提取。为此本文采用了“全局—局部”自适应迭代的方法^[22-24],用动态自适应阈值分割代替固定阈值分割,见图3。

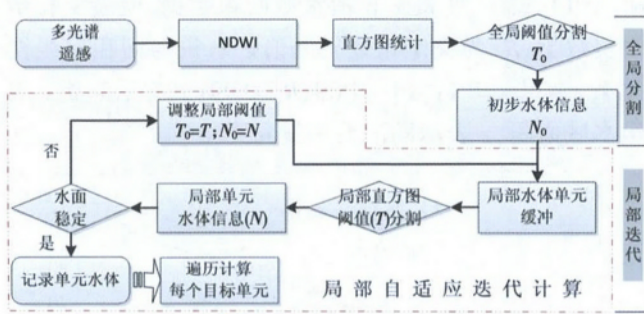


图3 “全局—局部”自适应迭代水体提取流程

Fig.3 The flow of the “global--local” adaptive iteration

在全局分割部分:通过水体指数全局阈值分割法,选择较小的阈值 T_0 (直方图谷底),对 NDWI 图像进行阈值分割,得到初步的水体信息 N_0 。在局部迭代部分:根据 NDWI 直方图全局分割的水体提取结果,建立每个初始水体单元的缓冲区;对每个水体单元单独计算,统计局部缓冲区的 NDWI 直方图,确定局部分割阈值 (T),提取局部水体单元 (N);通过同初始水体像元信息 (N_0)比较判断迭代终止条件。如果本次迭代提取的结果和上次一样,说明这一水体单元趋于稳定,迭代终止;否则自适应调整分割阈值 $T(T=T-0.01)$,进入下一次迭代计算。

3.2 ICESat 激光雷达水位反演

基于 ICESat 激光雷达数据湖泊水位信息遥感反演,首先对数据格式转换和水准面转换,将所有的高程都转为基于平均海平面高程;然后从湖泊图层中,选择提取这个时段中最小的湖泊面积,以此作为雷达光束达到湖面的范围,选取位于湖泊内的激光高程点位。再根据 ICESat 激光点云高程点的属性信息,剔除被云干扰的高程点,同时根据每个观测日内水位的最大/最小水位、标准方差,删除当日水位异常的高程点。最后计算湖泊范围内有效点云数据的平均水位高程,具体见公式(1)^[10]:

$$lakelevel = \sum_{i=1}^n (i_elev - i_gdh) / n, \quad (1)$$

$i = 1, 2, 3, 4 \dots n (n \geq 1)$

式中:lakelevel 为湖泊平均水位; i_elev 为陆面水位高程; i_gdh 为大地水准面; n 为落在湖中有效激光点云的数量^[3]。

3.3 湖泊水量遥感估算方法

基于遥感技术的湖泊水量计算时,湖盆数据是计算库容的关键,而湖泊面积、水位资料是估算湖泊水量变化的主要指标依据。对于湖盆高程数据已知,只要获得水位数据,就可以计算出库容,见公式(2)。而对于一些湖泊 DEM 数据未知的湖泊,最为简便快捷的方法是通过水文观测数据,建立的“面积—水位—库容”关系模型,通过遥感监测水位高程信息,间接估算出湖泊水量。

$$Q_c = \sum_i^n P_i \times (E_{T_0} - DEM_i) \quad (2)$$

式中: P_i 为单个像素面积; Q_c 为湖泊库容; E_{T_0} 为 T_0 时刻的水位高程; DEM_i 为第 i 个像元位置湖盆的高程信息; n 为水域像元总数。

4 实验与结果分析

博斯腾湖近 10 年来的面积变化见图 4。从图中可以看出,2000 年 3 月 25 日是博斯腾湖在遥感影像上记录的最大面积 1 210.68 km²,之后水域面积一直处于缩小状态。其中在 2000~2002 年间,面积波动性变化,2002 年有个峰值,2002 年之后面积一直处于平稳下降中。

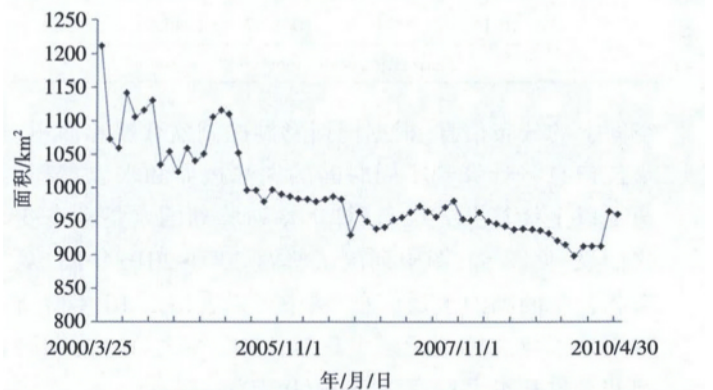


图4 博斯腾湖水域面积变化曲线

Fig.4 The change of the Bosten lake area

通过 ICESat_GLAS 激光雷达数据反演,首先根据数据获取时间和落入博斯腾湖中的激光点云,选取有效激光点数量,依据公式(1)计算得到博湖的历史水位信息,结果见表 1,表中第四列为卫星遥感反演值。为了进一步验证通过 ICESat data 反演湖泊水位的真实有效性,将 ICESat 水位反演结果同地面台站同步观测数据进行了对比,可以看出,最大误差为 0.09m,且多点出现重合,相关系数达到了 0.99。

湖泊的面积分布变化记录了湖泊的水位高程在

表1 基于ICESat_GLAS水位遥感反演(m)
Table1 The Bosten water level retrieval based on
ICESat_GLAS points data

年	月/日	有效激光点数	ICESat反演值	台站观测值	误差
2006	05/30	20	1046.99	1047.03	0.04
	06/03	84	1047.01	1047.01	0.00
	06/24	100	1047.03	1046.94	-0.09
	10/31	20	1046.75	1046.74	-0.01
	11/04	83	1046.74	1046.72	-0.02
2007	03/22	14	1046.62	1046.69	0.07
	04/11	113	1046.61	1046.64	0.03
	10/08	13	1046.42	1046.46	0.04
	10/13	84	1046.41	1046.44	0.03
	11/02	142	1046.40	1046.40	0.00
2008	02/23	10	1046.34	1046.31	-0.03
	02/27	83	1046.33	1046.32	-0.01
	03/19	27	1046.35	1046.33	-0.02
	10/10	17	1046.00	1046.03	0.03
	10/14	84	1046.07	1046.02	-0.05
2009	12/15	57	1045.99	1045.99	0.00
	03/14	19	1046.11	1046.08	-0.03
	04/08	122	1046.20	1046.15	-0.05
	10/06	18	1045.53	1045.57	0.04
	10/11	84	1045.57	1045.55	-0.02

Correlation coefficient = 0.99

空间上的分布信息。根据博斯腾湖的湖盆数据和面积、水位信息，计算到不同时间的湖泊边界和水位高程。通过以上计算公式(2)计算出博斯腾湖的水量动态变化信息，见图5。图中列出了博湖2000~2010年间，夏季和秋季的湖泊水量信息，从中可以看出近10年博斯腾湖蓄水量总体处于减少趋势，2002年之后，博斯腾湖的水量基本上稳定维持在 $60 \times 10^8 \text{m}^3$ 左右。

根据以上遥感监测的博斯腾湖2000~2010年的

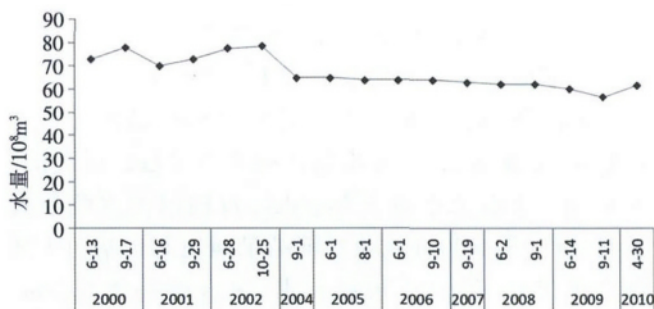


图5 博斯腾湖水量变化曲线

Fig.5 The change of the water storage in the Bosten Lake

面积、水位和库容信息，绘制了博斯腾湖的面积水位和水量关系模型图，见图6。通过回归拟合分析，博斯腾湖的水位与面积呈现对数关系^[4]， $y=10.83 \cdot \ln(x) + 971.51$ ， $R^2=0.99$ (式中，变量 x 表示水域面积数据，变量 y 表示水位数据， R^2 为决定系数)；湖泊贮水量与面积呈线性关系，满足 $y=0.11 \cdot x - 44.09$ ， $R^2=0.99$ (式中，变量 x 表示水域面积， y 表示湖泊蓄水量)。

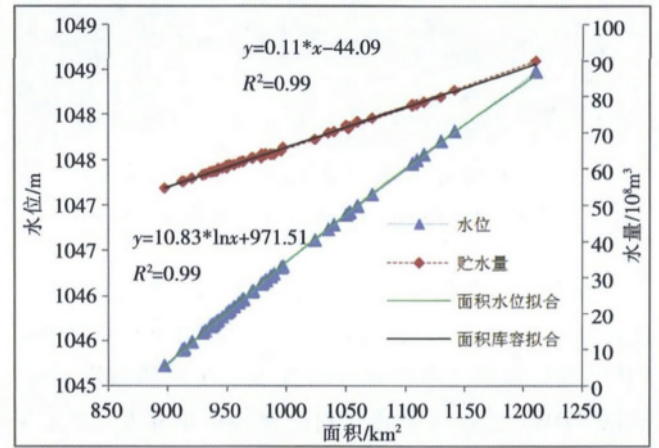


图6 博斯腾湖面积-水位-水量关系模型

Fig.6 The relationship among the area, water level and water volume in the Bosten Lake

5 结语

应用卫星遥感空间信息技术对湖泊的面积、水位和库容等水文特征参数反演，是遥感技术在水文水资源调查方面的一个重要应用领域，也是陆地水文循环研究中的一个重要方面。通过遥感技术精确、快速和宏观地获取湖泊水文特征参数和准实时地对流域水文信息周期性更新，对于区域水资源合理配置、规划，具有重要的意义。文中通过多源卫星遥感技术，提出了基于完全遥感的湖泊水资源特征参数估算方法研究，完成了博斯腾湖近10年的面积、水位和库容的遥感测算，建立了博斯腾湖的“面积—水位—水量”关系模型，初步实现了水位、库容信息的高动态模拟。实验结果表明基于完全遥感反演的方法切实可行，反演结果误差较小，可为区域水资源调查、监测评价提供了一种技术参考。

参考文献：

[1] 曹波. 基于遥感图像和DEM测定水库动库容的方法研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2006. (CAO Bo. Research on Reservoir Dynamic Capacity Based on Remote Sensing and DEM [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2006. (in Chinese))

[2] 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. (ZHOU Chenghu, DU Yunyan, LUO Jiancheng. A description model based on knowledge for automatically recognizing water from NOAA/AVHRR [J]. Journal of Nature Disasters, 1996, 5 (3): 100-108. (in Chinese))
- [3] McFeeters S K. The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features [J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(7): 1425-1432.
- [4] Paul S. F., Kenneth J. P. Water Body Detection and Delineation with Landsat TM Data [J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2000, 66(12): 1461-1467.
- [5] Deng X L. Improvement of Geodetic Parameter Estimation in Coastal Regions from Satellite Radar Altimetry [D]. Australia: Curtin Technical University, 2003.
- [6] Koblinksky C J, Clarke R T, Brenner A C, et al. Measurement of river level variations with satellite altimetry [J]. Water Resour Res., 1993, 29 (6): 1839-48.
- [7] Zhang J Q, Xu K Q, Yang Y H, et al. Measuring water storage fluctuations in lake Dongting, China, by Topex/Poseidon satellite altimetry [J]. Environ Monit Assess, 2006, 115(1-3): 23-37.
- [8] 高永刚, 郭金运, 岳建平. 卫星测高在陆地湖泊水位变化监测中的应用 [J]. 测绘科学, 2008, 133(6): 73-77. (GAO Yonggang, GUO Jinyun, YUE Jianping. Lake level variations measurement with satellite altimetry [J]. Science of Surveying and Mapping, 2008, 133(6): 73-77. (in Chinese))
- [9] Urban T J, Schutz B E, Neuenschwander A L. A survey of ICESat coastal altimetry applications: continental coast, open ocean island, and inland river [J]. Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences, 2008, 19: 1-19.
- [10] Zhu C., Luo J., Li J., et al. Bosten Lake wetlands water level automatic retrieval and trends analysis based on ICESat/GLAS global laser point data [J]. Lecture Notes in Computer Science, 2012, 7202: 582-590.
- [11] 王洪道. 中国湖泊水量分析与评价 [J]. 海洋与湖沼, 1987, 18(1): 12-20. (WANG Hongdao. The analysis and assessment of water quantities in lakes of China [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1987, 18(1): 12-20. (in Chinese))
- [12] 韩爱民, 武淑华, 高军, 等. 用数字地图计算洪泽湖库容等特征参数的方法初探 [J]. 水文, 2001, 21(5): 35-37. (HAN Aimin, WU Shuhua, GAO Jun, et al. Discussion on method of iso-line calculation of Hongze Lake capacity using digital map [J]. Journal of China Hydrology, 2001, 21(5): 35-37. (in Chinese))
- [13] 袁勇. 基于 DEM 库容计算及可视化研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2004. (YUAN Yong. Calculation of Reservoir Capacity and Study of Visualization Based on DEM [D]. Wuhan: Wuhan University, 2004. (in Chinese))
- [14] 蔡青, 黄璐, 梁婕. 基于 MODIS 遥感影像数据的洞庭湖蓄水量估算 [J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2012, 39(4): 64-69. (CAI Qing, HUANG Lu, LIANG Jie. Estimation of the water volume of the Dongting lake with TERRA/MODIS data [J]. Journal of Hunan University (Natural Science), 2012, 39(4): 64-69. (in Chinese))
- [15] 刘东, 李艳. 基于遥感技术的鄱阳湖面积库容估算 [J]. 遥感信息, 2012, 2: 57-61. (LIU Dong, LI Yan. The calculation of area and storage of Poyang lake based on remote sensing technology [J]. Remote Sensing Information, 2012, 2: 57-61. (in Chinese))
- [16] 乔平林, 张继贤, 李海涛, 等. 水库容水量遥感监测方法研究 [J]. 测绘科学, 2003, 28(3): 55-56. (QIAO Pinglin, ZHANG Jixian, LI Haitao, et al. Methods of the volume measurement of reservoir using remote sensing [J]. Science of Surveying and Mapping, 2003, 28(3): 55-56. (in Chinese))
- [17] 田雨, 林宗坚, 卢秀山, 等. 遥感技术在水库水容量测算中的应用 [J]. 中国农村水利水电, 2007, (3): 17-18. (TIAN Yu, LIN Zongjian, LU Xiushan, et al. Application of remote sensing technology in reservoir water capacity calculation [J]. China Rural Water and Hydropower, 2007, (3): 17-18. (in Chinese))
- [18] 范春波, 李建成, 王丹, 等. 激光高度计卫星 ICESAT 在地质研究中的应用 [J]. 大地测量与地球动力学, 2005, 25(2): 94-98. (FAN Chunbo, LI Jiancheng, WANG Dan, et al. Application of ICESAT to geoscience research [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2005, 25(2): 94-98. (in Chinese))
- [19] Geoscience Laser Altimeter System. Science Requirements Version 2.01, 2001 [OL]. 2010.10.11. <http://citeseer.ualb.edu:8080/citeseer/showciting>.
- [20] Abshire J B, Sun X L, Riris H, et al. Geoscience laser altimeter system (GLAS) on the ICESat mission: on-orbit measurement performance [J]. Geophys Research Letter, 2005, 32(21): L21S02.
- [21] H. LIU and K. C. JEZEK. Automated extraction of coastline from satellite imagery by integrating Canny edge detection and locally adaptive thresholding methods [J]. INT. J. REMOTE SENSING, 2004, 25(5): 937-958.
- [22] 李均力, 盛永伟, 骆剑承. 喜马拉雅山地区冰湖信息的遥感自动化提取 [J]. 遥感学报, 2011, 15(1): 36-43. (LI Junli, SHENG Yongwei, LUO Jiancheng. Automatic extraction of Himalayan glacial lakes with remote sensing [J]. Journal of Remote Sensing, 2011, 15(1): 36-43. (in Chinese))
- [23] 骆剑承, 盛永伟, 沈占锋, 等. 基于分步迭代的多光谱遥感水体信息高精度自动提取方法研究 [J]. 遥感学报, 2009, 13(4): 610-615. (LUO Jiancheng, SHENG Yongwei, SHEN Zhanfeng, et al. Automatic and high-precision extraction for water information from multispectral images with the step-by-step iterative transformation mechanism [J]. Journal of Remote Sensing, 2009, 13(4): 610-615. (in Chinese))
- [24] 朱长明, 骆剑承, 沈占锋, 等. DEM 辅助下的河道细小线性水体自适应迭代提取 [J]. 测绘学报, 2013, 42(2): 277-283. (ZHU Changming, LUO Jiancheng, SHEN Zhanfeng, et al. River linear water adaptive auto-extraction on remote sensing image aided by DEM [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2013, 42(2): 277-283. (in Chinese))

- et al. Climatic characteristics of regional heavy rain over Hunan during last 54 years [J]. *Torrential Rain and Disaster*, 2015,31(1): 41–46. (in Chinese)
- [6] 龙岳林. 湖南水旱灾害成因及水循环安全体系建设研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2007. (LONG Yuelin. *Studies on Cause of Flooding–drought Disaster and Circulation of Water on Establishment of Safety System in Hunan* [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2007. (in Chinese))
- [7] 彭莉莉, 罗伯良, 张超. 近十年湖南夏季区域持续性暴雨过程水汽输送特征 [A]. 中国气象学会第 33 届年会论文集 [C], 2016. (PENG Lili, LUO Boliang, ZHANG Chao. Characteristics of water vapor transport during regional continuous torrential rain in recent ten years in Hunan province [C]. *Proceedings of 33th Chinese Meteorological Society* [C], 2016. (in Chinese))

Diagnostic Analysis of Flood–resulting Rainstorm over Hunan Province in June 2017

JIN Lijun¹, HUANG Changxing², ZHU Chunzi², LIU Jing¹, ZHANG Luyu², GAO Weiqing²
(1. *Bureau of Hydrology, YRCC, Zhengzhou 450004, China*; 2. *Information Center, MWR, Beijing 100053, China*)

Abstract: Based on the real–time observed data and ERA–Interim $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 6h reanalysis data, the flood–resulting rainstorm over Hunan Province in June 2017 were diagnostically analyzed. The results show that the upper cold vortex and subtropical high were remain steady, which formed a favorable large scale environment for the rainstorm occurring, and the low vortex shear line and ground occluded front were the major influencing systems. The enhancement and proximity of 2 high level jet induced the eruption of the low level jet. Because of the enhancement of the coupling of high and low level jet, the rainstorm was strengthened and sustained. The low level jet provided abundant water vapor and unstable energy for the occurrence of the rainstorm. The rainstorm area showed significant convective instability, and the intensity of rainstorm increased with the increase of vertical gradient of pseudo equivalent temperature. The large area of water vapor flux and convergence provided references for forecasting the falling area of rainstorm.

Key words: flood–resulting rainstorm; Hunan Province; high and low jet stream; water vapor transport

(上接第 33 页)

Lake Hydrological Information Estimation Based on Remote Sensing

ZHU Changming¹, ZHANG Xin², HUANG Qiaohua¹

(1. *Department of Geography and Environment, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China*;
2. *State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

Abstract: The information of the lake area, water level and storage are important hydrological parameters, which plays an important role in water resources allocation, planning and disaster warning. In summarizing the existing parameters estimation methods based on remote sensing technology, this paper proposed a technical framework for hydrological parameters measuring and calculation, based on multi–source remote sensing data. Firstly, using lake automatic extraction algorithm, water body was extracted from multi–temporal remote sensing images. Secondly, ICESat laser point cloud data were adopted to estimate water level elevation. Thirdly, according to the lake area, water level and lake underwater terrain, the lake dynamic volume was calculated. Finally, through the recent lake water area, level and storage, a ‘area–level–storage’ model was built for the Bosten lake. The experiments show that this method retrieves the hydrological characteristic parameters highly consistent with the gauged data from the hydrometry stations, and the result has high reliability. This method reflects the merits of remote sensing technology in the water resources survey and monitoring quantitatively. It provides a new technical measurement for local water resources planning and monitoring.

Key words: hydrologic parameter; remote sensing; water resources; automatic extraction