

基于 MODIS 的鄱阳湖区水位遥感估算研究

丁莉东^{1,2} (1.南京工程高等职业学校,江苏南京 211135;2.南京大学国际地球系统科学研究所,江苏南京 210093)

摘要 以鄱阳湖区为研究对象,利用 MODIS 数据对湖区水位进行了遥感估算研究。

关键词 MODIS;鄱阳湖区;水体提取;水位

中图分类号 TP31 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)02-00825-02

Study on the Water Level Estimation of Poyang Lake Region Based on the MODIS Remote Sensing Data

DING Li-dong (Nanjing Engineering Vocation School, Nanjing, Jiangsu 211135)

Abstract Taking the Poyang Lake Region for example, the water level estimation of Poyang Lake Region using MODIS Remote Sensing Data was discussed.

Key words MODIS; Poyang Lake region; Water body extraction; Water level

鄱阳湖地处江西省的北部、长江中下游南岸,是我国最大的淡水湖泊,也是我国洪水灾害频繁发生的地区。一般将鄱阳湖的水域、草洲、洲滩、岛屿等所在的行政区域称为鄱阳湖区。笔者将 115°1'~117°6'E 和 28°11'~29°51'N 的区域确定为鄱阳湖区。该区的开发和保护,对江西乃至中国的可持续发展具有十分重要的意义。

水位是洪水灾害监测中的重要参数之一。水位遥感估算也是一个非常复杂的课题,它与所使用的遥感传感器探测波段关系密切。国内外已有学者进行了相关研究。易永红等利用遥感监测洪水范围,提出一种实用的洪水淹没水深算法,并以广东省北江流域 2002 年 10 月底的 1 次洪水为例进行验证。结果表明该算法在计算精度和效率方面均能满足实际洪水评估要求^[1]。魏丽等根据鄱阳湖区和五大河流域重点县(市)的气象资料、鄱阳湖湖口水位和用 NOAA 卫星监测到的历年不同季节鄱阳湖主体及附近水域面积,建立了光、水、蒸发等气象因子,湖口水位与鄱阳湖主体及附近水域面积关系模型^[2]。彭定志等利用 MODIS 数据监测 2002 年洞庭湖水域面积和蓄水量的变化^[3]。黄淑娥等采用统计方法,根据鄱阳湖退田还湖前后水体淹没统计数据,建立了江西省湖口站水位与鄱阳湖水域面积的关系模型^[4]。但总的来说,目前直接利用遥感数据估算洪水水位的研究尚欠缺。为此,笔者选择鄱阳湖区作为研究对象,在前人研究成果的基础上,探讨利用 MODIS 遥感数据进行湖区水位估算的方法,旨在为相关研究提供理论依据。

1 MODIS 数据及其处理

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) 是美国国家航空航天局 NASA 地球观测系统计划中的新一代“图谱合一”光学遥感仪器。它分别搭载在 Terra 卫星(1998 年 12 月 18 日发射)和 Aqua 卫星(2002 年 5 月 4 日发射)上,用于对陆表、生物圈、固态地球、大气和海洋进行长期全球观测。与其他遥感数据相比,MODIS 数据具有空间和光谱分辨率高、回访周期短、时间分辨率较高、数据全球免费接收和较强的数据纠错等优点^[5-6]。

笔者选择由中国农业科学院资源区划所 MODIS 遥感信息地面接收站接收的 2003 年 4~9 月鄱阳湖区上空晴空无

云覆盖的 MODIS 1B 数据。另外,还特意选择地方时 10:00 左右的 MODIS 数据进行处理,因为此时传感器的仰角较大,卫星运行轨迹相对于江西省的位置比较正,基本可以覆盖江西省大部分区域。依此原则,选出 4 月 1 幅、5 月 2 幅、6 月 2 幅、7 月 4 幅、8 月 6 幅、9 月 3 幅共计 18 幅该区的图像。其中,鄱阳湖区处于星下点附近的有 1 轨资料,湖区附近基本无“双眼皮”现象(指由 MODIS 探测器得到的图像在轨道两侧存在很严重的影像重叠现象);其他 11 轨资料存在不同程度的“双眼皮”现象;严重的资料有 6 轨。因此,在使用这些资料前必须先去除“双眼皮”。此外,针对该项研究,还要对 MODIS 遥感数据进行辐射校正、几何校正、反射率和辐射亮度等处理^[7]。

2 鄱阳湖区水位遥感估算模型

笔者利用计算机计算出 MODIS 图像数据上的水域面积和同步相应的实测湖区水位资料,绘制出湖区水位-水域面积关系曲线,进而推出水位遥感估算模型。方法是把水体所在整个区域的面积作为一个基准,与该区域在图像上的实际像元总数相比,得到每个像元的平均面积,然后与统计得到的水体像元数相乘得到水域水体面积。计算公式为

$$A_1 = A_a \times N_1 / N_a \quad (1)$$

式中: A_1 为水域水体面积; A_a 为水体所在整个区域的面积; N_1 为水体在影像上的像元数; N_a 为水体所在整个区域影像上的像元总数。应用该计算方法所得到的水体面积能够在很大程度上消除由于扫描时卫星位置的变化而带来的系统误差,使得利用不同时相图像所计算的面积具有可比性。利用该方法估算出 4~9 月的鄱阳湖区水域面积见表 1,该表能够反映出鄱阳湖区湖面水域面积的动态变化。

笔者利用 2003 年 4~9 月江西省湖口站观测的水位数据和用 MODIS 估算的水域面积,建立了鄱阳湖区水域面积与湖口水位关系的数学模型。

$$y = -8.7428x^2 + 358.37x + 1308.6 \quad (2)$$

式中, x 为湖口站水位, y 为鄱阳湖区水域面积(包括鄱阳湖水域及湖滩洲地,分布于江西省 3 个市的 15 个县、区,总面积约 2 万 km^2)。该水位与水域面积数学模型的相关系数达 0.9945,表明江西湖口水位和鄱阳湖区水域面积具有很好的一致性(图 1)。

利用上述模型对鄱阳湖区洪涝期间的湖口水位进行估算,结果见表 2。由表 2 可知,运用该模型估算的湖口水位

基金项目 国家自然科学基金资助项目(30571078)。

作者简介 丁莉东(1976-),男,江苏东台人,硕士,讲师,从事遥感数据处理及应用研究。

收稿日期 2007-08-17

表 1 2003 年鄱阳湖区的水位和水域面积变化情况
Table 1 Changes of water level and water area of Poyang Lake region in 2003

序号 Serial number	日期 Date	实地观测 Field study		MODIS 遥感监测 MODIS remote detection	
		时间 Time	实际水位//m Actual water level	时间 Time	估算面积//km ² Estimation area
1	04-15	9:15	12.36	10:17	1 583.06
2	05-01	8:15	13.35	10:16	2 005.94
3	06-03	8:00	16.38	10:59	3 643.25
4	06-17	8:00	14.77	11:11	2 399.81
5	07-04	8:00	17.74	10:16	4 391.50
6	07-16	8:00	19.09	10:40	4 571.06
7	07-25	8:00	19.09	10:33	4 787.75
8	07-27	9:30	18.82	10:21	4 439.19
9	08-03	8:00	17.50	10:27	4 193.69
10	08-08	8:00	16.56	10:46	3 949.94
11	08-24	8:00	15.17	10:45	3 024.94
12	08-27	8:00	14.97	11:16	2 603.19
13	09-06	10:26	15.06	10:15	2 880.19
14	09-11	9:31	16.14	10:34	3 553.19
15	09-25	8:00	16.46	10:45	3 765.19

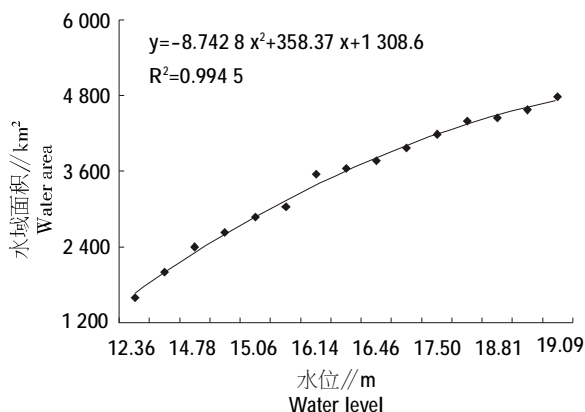


图 1 鄱阳湖湖区湖口水位与水域面积关系曲线

Fig. 1 Curve of relationship between water level and water area in Poyang Lake exit

与实测水位数据最大相差 2.44 m, 相对误差 13.6%, 且用该模型估算的水位数据较同期湖口水文站实测的数据偏低。原因有: 一是位于长江口处的湖口水文站测得水位与整个鄱阳湖区的实际平均水位有一定差距, 鄱阳湖区水面不平(南北东西水面水位差距大), 用下垫面某个观测站的观测数据不足以代表整个湖区的平均水位; 二是鄱阳湖区在 2003 年 8 月受到了长江上游来水的影响, 导致湖口水位较未受到

(上接第 824 页)

该系统基于 ESRI 公司的组件开发环境和 Microsoft .Net 平台开发了 GPS 数据采集系统, 可以在分布式的网络环境下运行, 实现了 GPS 数据的读取、检查和入库等功能, 界面友好, 使用方便, 可扩展性强, 得到了相关企业的充分肯定。

参考文献

- [1] 杨小冬. 基于 WebGIS 的生态农业监测与决策支持系统设计——以云南省红河州烟草种植业为例[J]. 地球信息科学, 2007, 9(1): 100.
- [2] 李俊岗. SSL VPN 在企业信息系统中的应用[J]. 微型电脑应用, 2003,

上游来水影响时的水位偏高; 三是 MODIS 卫星相对较低的空间分辨率会导致湖区水域面积估算存在较大的误差; 四是 MODIS 卫星接收时间是 10:30 左右, 而湖口水位观测的时间大多是 8:00, 两者观测的时间不一致, 会导致一些偏差。但该方法不失为一种利用遥感数据估算水位的有效途径, 能解决洪水季节云天状况下气象卫星难以监测下垫面洪涝灾害的难题。由该模型和实际观测水位可知, 鄱阳湖区在 2003 年发生洪水时, 最高洪水水位为 19.09 m, 超过警戒水位 0.09 m, 洪水危害不大。

表 2 2003 年鄱阳湖地面实测与 MODIS 估算水位对比
Table 2 Comparison of water level through field study and MODIS remote detection in Poyang Lake region in 2003

日期 Date	实地观测 Field study		MODIS 遥感监测 MODIS remote detection		绝对误差//m Absolute error	相对误差//% Relative error
	时间 Time	实际水位//m Actual water level	时间 Time	估算水位//m Estimated water level		
05-31	8:00	16.86	10:29	14.83	2.03	12.0
08-01	8:00	17.91	10:39	15.47	2.44	13.6
08-02	9:02	17.71	11:21	15.29	2.42	13.6

3 结语

利用 MODIS 数据建立了鄱阳湖区湖口水位与水域面积关系模型, 该模型可对鄱阳湖区洪涝期洪水水位进行遥感估算。随着遥感数据的积累和水位估算方法的完善, 用遥感手段估算下垫面水位动态变化, 将是一种很有前途的方法, 值得进一步研究。

参考文献

- [1] 易永红, 陈秀万, 吴欢. 基于遥感信息的淹没水深算法研究[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(3): 26-29.
- [2] 魏丽, 殷剑敏, 王保生. 气象条件、湖口水位与鄱阳湖主体及附近水域面积关系模型的研究及应用[J]. 江西农业大学学报, 1999, 21(2): 242-244.
- [3] PENG DINGZHI, GUO SHENGLIAN, XIONG LIHUA, et al. Study of Dongting Lake area variation and its influence on water level using MODIS data [J]. Hydrological Sciences Journal, 2005, 50(1): 31-44.
- [4] 黄淑娥, 钟茂生. 鄱阳湖水体淹没模型研究[J]. 应用气象学报, 2004, 15(4): 494-499.
- [5] 刘玉洁, 杨忠东. MODIS 遥感信息处理原理与算法[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [6] 彭定志, 郭生练, 黄玉芳, 等. 基于 MODIS 和 GIS 的洪灾监测评估系统[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2004, 37(4): 7-10, 31.
- [7] 辛云勇. 云南“数字烟草”地图[J]. 知识经济, 2004(6): 60-61.
- [8] ESRI. Understanding ArcSDE [M]. United States of America: ESRI Press, 2004: 21.
- [9] EDWARD C C. An object-oriented organizational model to support dynamic role-based access control in electronic commerce [J]. Decision Support Systems, 2000(29): 358.
- [10] GAIL-JOON AHNA, SEUNG-PHIL HONG, MICHAEL E SHIN. Reconstructing a formal security model [J]. Information and Software Technology, 2002(44): 649.