引文格式：张嘉万. 基于SAR数据的鄱阳湖流域洪旱灾害时空变化分析[J]. 地理空间信息, 2025, 23(10):54-56. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2025.10.012

基于SAR数据的鄱阳湖流域洪旱灾害时空变化分析

张嘉万[1]
（1. 中国建筑材料工业地质勘查中心山西总队，山西 太原 030031）

摘　要：湖泊水域的变化对环境和人类的生产活动都有着重大的影响，鄱阳湖作为中国第一大淡水湖，近年来多次出现洪旱灾害现象，因此对鄱阳湖进行动态监测意义重大。本研究以环鄱阳湖城市群为研究对象，借助GEE云平台并采用Otsu大津算法，对鄱阳湖水体进行了水域面积变化的定量分析，重点关注了2021年9月1日和2022年8月27日2个时间结点。研究结果表明：①2022年8月27日鄱阳湖水域面积少于2021年9月1日鄱阳湖水域面积，水域减少面积约占2021年9月1日水域面积的27.5%；②2022年8月27日鄱阳湖水域面积减少主要是持续高温少雨和长江来水偏少造成的，刷新有史以来同期最低水位；③鄱阳湖水域面积在降雨充沛时在一定范围内保持动态平衡，当超出鄱阳湖水体承载力时，水体会向鄱阳湖西南方向和东部方向蔓延，威胁南昌市和上饶市部分区域。本研究定量地揭示了鄱阳湖水域变化情况，为相关政府部门监测水体变化提供了有力支持。

关键词：Sentinel-1;Google Earth Engine；鄱阳湖；洪旱；大津算法
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）10-0054-03

Spatio-temporal Change Analysis of Flood and Drought Disasters in the Poyang Lake Basin Based on SAR Data

ZHANG Jiawan[1]
(1. Shanxi Corps of China Building Materials Industry Geological Exploration Center, Taiyuan 030031, China)

Abstract: The changes of lake have a significant impact on the environment and human production activities. As the largest freshwater lake in China, Poyang Lake has experienced multiple flood and drought disasters in recent years. Therefore, the dynamic monitoring of Poyang Lake is of great significance. In this study, taking the urban agglomeration around Poyang Lake as the research object, with the help of Google Earth Engine cloud platform and Otsu algorithm, we carried out a quantitative analysis of water area change of Poyang Lake, focusing on the two time nodes of September 1, 2021 and August 27, 2022. The results showed that ①the water area of Poyang Lake on August 27, 2022 was less than that on September 1, 2021, with the reduced water area accounting for 27.5% of the water area on September 1, 2021. ②The decrease of Poyang Lake water area on August 27, 2022 was mainly caused by the continuous high temperature and lack of rain and the low inflow from the Yangtze River, which broke the lowest water level in the same period of history since records began. ③The water area of Poyang Lake maintained a dynamic balance within a certain range when the rainfall was abundant. When the water carrying capacity of Poyang Lake exceeds, the water will spread to the southwest and east direction of Poyang Lake, threatening some areas of Nanchang City and Shangrao City. This study quantitatively reveals the water area changes of Poyang Lake and provides strong support for relevant government departments to monitor water body changes.

Key words: Sentinel-1, Google Earth Engine, Poyang Lake, flood and drought, Otsu algorithm

洪涝灾害是自然灾害之一，给人类社会和生态环境带来了巨大的威胁。当前，大量学者对洪涝灾害监测开展了相关研究，并取得了重要结论。但仍存在如下问题：①SAR影像的获取难度高，光学遥感数据获取较容易，但在兼顾空间分辨率的条件下时间分辨率无法满足洪涝近实时动态检测；②洪涝灾害遥感监测方法、操作平台多样，理论性较强，不利于政府部门等快速决策[1-5]。

因此，本文从实用性、便捷性的角度出发，基于Google Earth Engine（GEE）云平台，采用Sentinel-1 SAR数据和经典Otsu大津法提取鄱阳湖流域2021年9月和2022年8月的洪涝情况，对比实验结果，定性和定量地揭示由于旱情造成的水体面积变化情况，为政府相关部门实时监测水体变化提供科学的数据支撑和理论参考，有助于针对水体情况开展智能决策方案。

1　研究区与数据介绍

1.1　研究区概况

鄱阳湖位于江西省九江市、南昌市和上饶市三市交界处，经纬度范围为115°57′14″~117°56′35″E，28°27′18″~29°39′40″N，面积约为15.3万km²[6]。鄱

作者简介：张嘉万（1993—），本科，工程师，从事测绘工作，E-mail：15835867774@163.com。

阳湖是中国最大的淡水湖，湖泊面积随季节变化而不同。根据气象数据显示，鄱阳湖在2021年降雨量整体较稳定，2022年经历了五十年一遇的干旱天气，干旱近80 d[7]。据相关资料显示，鄱阳湖湖区面积在平水位（14～15 m）时湖水面积为3 150 km²，高水位（20 m）时为4 125 km²以上，即鄱阳湖水体承载力大致在3 150~4 125 km²。

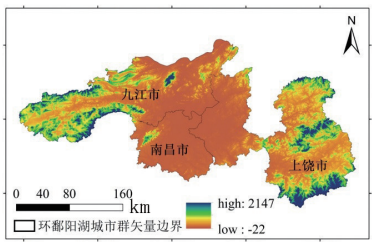


图1　研究区地理位置及高程信息

审图号：GS(2024)0650号

1.2　研究数据

本研究使用的遥感影像数据为GEE云平台内置的Sentinel-1 SAR GRD数据集，时间跨度为2014年10月3日至今，空间分辨率为5 m×20 m，条带扫描模式为IW（interferometric wide swath）模式，采用VV单极化方式，满足本研究的数据需求[8]。为了准确分析鄱阳湖流域水域面积变化情况，选取了当地降雨量、气温作为参考。本研究选用的数据如表1所示。

表1　研究数据

数据名称	时间	时间节点	数据来源
Sentinel-1	2021年	9月1日	GEE
		9月7日	
		9月13日	
		9月19日	
		9月25日	
	2022年	8月3日	
		8月15日	
		8月27日	
降雨量数据 气温数据	对应上述时间节点		中国气象台

2　研究方法

Otsu大津算法是通过寻求像元灰度值统计结果中的最大方差完成自动计算并确定分割水体与非水体的阈值，当SAR影像水体识别中水体与非水体灰度值表现有明显的间隔时，具有较高的提取精度[9-11]。本研究借助GEE云平台自动计算确定各景影像下的确定分割水体与非水体的阈值。

对于像元数为$M\times N$的影像$I(x, y)$，记水体区域与背景区域分割的阈值为T，像素灰度值小于阈值的区域为水体区域，大于阈值的为背景区域。Otsu大津算法的原理如下[12]：

$$\omega_0 = N_0/M\times N \tag{1}$$

$$\omega_1 = N_1/M\times N \tag{2}$$

$$N_0 + N_1 = M\times N \tag{3}$$

$$\omega_0 + \omega_1 = 1 \tag{4}$$

$$\mu = \mu_0\omega_0 + \mu_1\omega_1 \tag{5}$$

$$g = \omega_0(\mu_0 - \mu)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu) \tag{6}$$

将式（4）代入式（5），即得类间方差的表达式：

$$g = \omega_0\omega_1(\mu_0 - \mu_1)^2 \tag{7}$$

式中，$M\times N$为像元数；μ为影像的灰度均值；g为类间方差；N_0为水体区域的像元数量；w_0为占整幅水体区域影像像元数的比值；μ_0为水体区域的灰度均值；N_1为背景区域像元数；w_1为占整幅背景区域影像像元数的比值；μ_1为背景区域的灰度均值。

3　结果与讨论

3.1　定量评价

2021年9月鄱阳湖水域面积变化情况如图2所示。鄱阳湖水域面积在2021年9月存在明显波动变化，从初始9月1日的4 562.461 km²迅速上升到9月7日的5 268.621 km²，湖泊面积迅速扩大，随后继续扩大至5 360.036 km²。达到了九月份湖泊面积的峰值。接下来，湖泊面积在9月19日和9月25日分别下降到4 624.483 km²和4 451.687 km²。鄱阳湖水域面积扩大最大变化率为0.155，减小最大变化率为0.137，这种变化规律从侧面反映出鄱阳湖在短时间内经历了复杂的水文动态变化。经查证鄱阳湖2021年9月份的天气情况获悉，鄱阳湖水域面积的剧烈波动变化主要受到降雨和气温因素的影响。

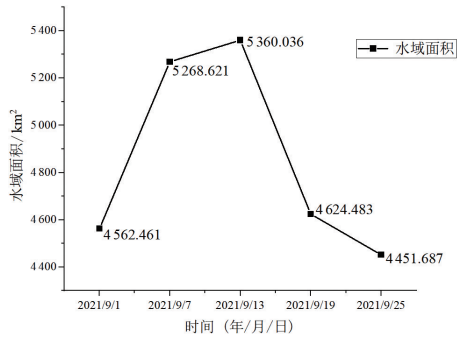


图2　2021年9月鄱阳湖水域面积变化情况

2022年8月鄱阳湖水域面积变化情况如图3所示。鄱阳湖水域面积在2022年8月呈现逐渐扩大的趋势，从初始8月3日的3 309.072 km²上升到8月15日

的5 595.878 km²，变化率为0.691，紧接着迅速上升到8月27日的12 222.662 km²，变化率为1.184，是第一阶段变化率的1.7倍，其变化规律与8月一致。经查阅鄱阳湖2022年8月份的天气情况获悉，鄱阳湖水域面积的变化主要受到降雨和气温因素的影响，8月初鄱阳湖及上游地区高温炎热，正处旱情期，水域面积严重降低。但在8月中下旬天气状况开始出现回转，降雨量逐渐增加，水域面积爆发式上升。

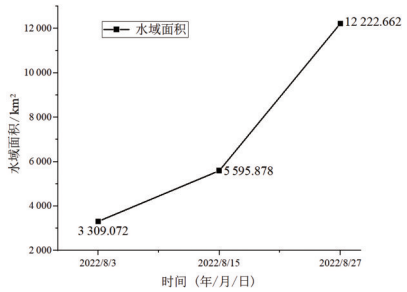


图3 2022年8月鄱阳湖水域面积变化情况

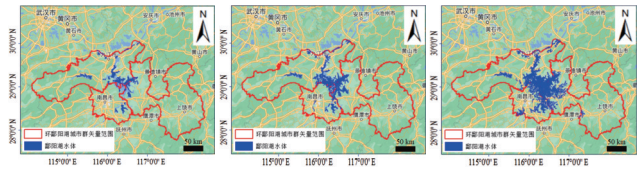
对比鄱阳湖2021年9月和2022年8月的水域面积，两段时期表现出不同的变化趋势。鄱阳湖在2021年9月处的水域面积高于2022年8月初的水域面积，其余时间段2021年9月的水域面积均低于2022年8月的水域面积。2021年天气状况变化较稳定，鄱阳湖在无外界因素影响条件下的水域面积保持在4 500 km²左右，但在极端降雨天气影响下会出现剧烈的峰值变化。2022年的旱情严重影响鄱阳湖水域面积，比同时间段下降1 000 km²。但在降雨天气的影响下，鄱阳湖水域面积缓慢上升，逐渐恢复到初始水平，并在持续降雨的影响下扩大水域面积。总体而言，鄱阳湖水域面积的动态变化与季节性气象条件密切相关，并且在不同年份表现出截然不同的水文响应。

3.2 定性评价

2021年9月鄱阳湖水域监测面积基本与鄱阳湖本身吻合，并未对周围地区的景观格局造成严重性破坏，在一定程度上方便了游客旅游观赏，同时水域变化也能够改善鄱阳湖水体质量，促进生态循环，增加生物多样性。

2022年8月鄱阳湖水域分布情况如图4所示。鄱阳湖水域面积在2022年8月3日明显小于鄱阳湖本身的范围，鄱阳湖水域正在旱情期。随着天气情况好转，鄱阳湖水域面积逐渐恢复到原始水平。在8月中下旬，受降雨因素的影响，鄱阳湖水域面积不断扩大，远超出原始水平，且水体向南昌市东北部、上饶市西部蔓延，严重影响这些区域的景观格局。

受旱情影响，鄱阳湖水域面积严重下降，主要表现为鄱阳湖北部和南部滩涂裸漏，严破坏鄱阳湖湿地功能，造成生物多样性降低。但在降雨因素的影响下，鄱阳湖水域面积会逐渐恢复，甚至超越原始面积，但在一定范围内保持动态平衡。鄱阳湖水域面积超出原始面积会危及周围地区的景观格局，对人身安全和财产造成一定的影响。根据水域分布情况可知，鄱阳湖超出本身承载力时，会朝着其西南方向和东部方向蔓延，严重威胁南昌市和上饶市地区发展。因此，南昌市和上饶市要加强此地区的防洪措施，降低洪水对本市的影响。同时，九江市也要做好相应的防范措施，防患于未然。



a 2022年8月3日 b 2022年8月15日 c 2022年8月27日

图4 2022年8月鄱阳湖水域分布情况

审图号：GS(2024)0650号

4 结 语

本文以环鄱阳湖城市群为研究对象，基于GEE云平台，采用Otsu大津算法提取鄱阳湖水体，定量地揭示了鄱阳湖水域变化情况，结果表现为降水水平气温对水域造成直接影响。为政府相关部门监测水体变化情况提供了有效帮助。但未能实现鄱阳湖水体蔓延预测分析，需在今后的研究中继续探索。同时，Sentinel-1数据的时间周期仍然相对较长，需要在今后选用时间周期更短的数据用于水体监测。

参考文献

[1] 王国杰,胡一凡,张森,等. 深度卷积神经网络的遥感影像水体识别[J]. 遥感学报,2022,26(11):2 304-2 316

[2] 杨雨晴,王冬梅,徐佳. 基于局部自适应阈值的GF-3 SAR影像洪涝水体提取[J]. 地理空间信息,2021,19(6):54-59

[3] Tao S, Jian W, Xing Y C, et al. Study on Monitoring Water Area in Irrigation Area by Local Space Self-correlation Iindex[J]. Environmental Earth Sciences, 2022,82(1):23-29

[4] Harsh K, Thendiyath R. Application of Sentinel-1A Synthetic Aperture Radar Datasets for the Estimation of Stream Flow in Various Sections of the Sone River[J]. Journal of The Institution of Engineers (India):Series A, 2022,103(4):1 005-1 014

[5] 阳驰轶,官海翔,吴玮,等. 基于国产GF-3雷达影像的农

（下转第62页）