



基于POBI插值变化率的星载GNSS-R洪水动态监测——以桂林市2024年重大洪涝灾害为例

刘立龙, 张宏伟, 陈发德, 原涛涛

引用本文:

刘立龙, 张宏伟, 陈发德, 等. 基于POBI插值变化率的星载GNSS-R洪水动态监测——以桂林市2024年重大洪涝灾害为例[J]. [大地测量与地球动力学](#), 2026, 46(6): 758–764.

Liu Lilong, Zhang Hongwei, Chen Fade, et al. Spaceborne GNSS-R Flood Dynamics Monitoring Based on POBI Interpolation Rate Variation: Taking the Major Flood Disaster in Guilin in 2024 as an Example[J]. [Journal of Geodesy and Geodynamics](#), 2026, 46(6): 758–764.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2025.10.334>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[城市环境下惯性辅助的GNSS多粗差探测方法](#)

Inertial-Aided GNSS Multiple Gross Errors Detection Method in Urban Environment

大地测量与地球动力学. 2023, 43(12): 1269–1274 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.12.011>

[基于FY-4A AGRI数据研究2023-02-06土耳其地震水汽异常变化](#)

Research on Water Vapor Anomaly of 2023-02-06 Türkiye Earthquakes Based on FY-4A AGRI Data

大地测量与地球动力学. 2023, 43(12): 1294–1299 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.12.015>

[基于地基GNSS观测数据的贵州高原地区水汽层析精度分析](#)

Accuracy Analysis of Water Vapor Tomography Based on Ground-Based GNSS Observation Data in Guizhou Plateau

大地测量与地球动力学. 2023, 43(11): 1162–1166 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.11.011>

[基于内符合精度改进的接收机自主完好性监测算法](#)

Improved Receiver Autonomous Integrity Monitoring Algorithm Based on Internal Coincidence Accuracy

大地测量与地球动力学. 2023, 43(11): 1188–1192 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.11.016>

[基于FFT和小波变换的台风天气GNSS ZTD周期特征分析](#)

Typhoon Weather GNSS ZTD Cycle Characteristics Analysis Based on FFT and Wavelet Transform

大地测量与地球动力学. 2023, 43(10): 1032–1038 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.10.008>

基于 POBI 插值变化率的星载 GNSS-R 洪水动态监测 ——以桂林市 2024 年重大洪涝灾害为例

刘立龙¹ 张宏伟¹ 陈发德¹ 原涛涛¹

¹ 桂林理工大学测绘地理信息学院, 桂林, 541006

摘要:针对星载 GNSS-R 技术在大尺度洪水淹没范围图中引入插值导致准确性降低和单一水体误判的问题,本文提出一种基于历史同期观测插值(POBI)反射率变化率的动态监测方法。利用 2019—2023 年雨季 CYGNSS 反射率数据与中国 1 km 分辨率月降雨量产品,构建 POBI 空间插值模型,并结合双基雷达公式反演地表反射率,系统分析桂林市 2024-06 极端降雨事件中的洪水演进过程。结果表明,在未采样区域的反射率插值中, RMSE 较自然邻近法平均降低 20.98%;基于变化率的淹没识别机制有效规避了传统阈值法的主观性,监测结果显示,市中心城区在 06-19 的淹没面积较 06-12 扩大 48.68%,空间演变与 SMAP 土壤湿度变化高度一致。该研究为星载 GNSS-R 在高动态、低覆盖率区域的洪水精细化监测提供了可靠的方法支撑。

关键词:星载 GNSS-R; CYGNSS; 洪水监测; POBI

中图分类号:P228

文献标识码:A

面对全球气候变化引起的洪涝灾害频发,高时空分辨率的水体动态遥测技术成为防灾减灾的关键^[1],星载 GNSS-R (GNSS-reflectometry) 技术以前向散射后的信号来进行遥感探测,可大范围反演地表参数^[2-3],具有全天候、低成本等优势^[4],已成为洪涝灾害监测的有效手段。尤其是 NASA 发射的旋风全球导航卫星系统(cyclone GNSS, CYGNSS),以其高时间分辨率与对地表湿度敏感的特性,被广泛用于洪水识别与淹没制图^[5-9]。然而,现有方法在绘制洪水淹没图时存在 2 方面瓶颈:一是受卫星采样轨道限制,空间覆盖率不足导致插值误差累积;二是通过固定反射率阈值的传统分类方法难以适应复杂地表条件下的散射响应差异^[10-14]。地表介电物理模型为淹没识别提供了一种不依赖固定阈值的方法,但在特定地表条件下仍需进一步优化^[15]。POBI (prior observation based interpolation) 作为一种基于历史观测行为的空间插值方法,可有效利用历年雨季 CYGNSS 数据构建区域反射率背景场,提升插值物理合理性^[16]。本文在此基础上,引入反射率变化率作为淹没识别指标,以桂林市 2024-06 重大洪涝灾害为案例,构建一套融合 POBI 插值与变化检测的星载 GNSS-R 洪水动态

监测体系,旨在提升小范围、多雨区洪涝过程的识别精度与时效性。

1 研究区域和数据概况

1.1 研究区概况

桂林市位于广西东北部(24°18'~26°21'N, 109°36'~111°29'E),属亚热带季风气候,年均降水量约 1 900 mm,喀斯特地貌发育典型,地表-地下双排水结构复杂,强降雨条件下易发生快速汇流与城市内涝。2024-06-12—19 受持续强降雨影响,漓江流域出现超历史水位洪水,部分站点水位突破 1998 年极值,形成典型洪涝灾害。

1.2 数据来源与预处理

本研究实验数据主要包含 3 类:1)CYGNSS 卫星 V2.1 L1 反射率数据,提取镜面点经纬度、收发距离及 DDM 模拟功率等特征参数;2)SMAP L3 辐射计 9 km 日土壤湿度产品(V9 版),基于 L 波段土壤湿度进行 2~3 d 周期监测;3)中国 1 km 分辨率逐月降水量数据集,提取桂林市 2019—2023 年月降雨量以确定每年雨季月份,并据此筛选 CYGNSS 反射率雨季数据。

数据预处理阶段剔除入射角大于 65°、信噪比(SNR)小于 2 dB、天线增益小于 5 dB 的低质

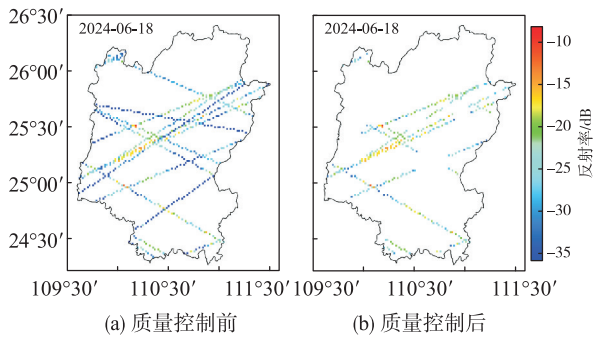
收稿日期:2025-10-11

项目来源:广西科技基地与人才专项(桂科 AD25069064);广西自然科学基金(2024GXNSFDA010041);国家自然科学基金(42504052)。

第一作者简介:刘立龙,博士,教授,博士生导师,主要从事 GNSS 技术及应用研究, E-mail:hn_liulilong@163.com。

通讯作者简介:陈发德,博士,副教授,主要从事星载 GNSS-R 技术及应用研究, E-mail:fdchen@glut.edu.cn。

量观测数据,以抑制地表非相干散射与系统误差影响^[17]。为确保预处理后 CYGNSS 反射率与 SMAP 土壤湿度在时空分布上的一致性,采用基于经纬度邻近搜索的方法将 CYGNSS 观测数据与 SMAP 网格数据进行匹配。提取 SMAP 各网格中心经纬度,计算 CYGNSS 观测点与其偏差,并筛选落入 SMAP 9 km² 网格范围内的观测点完成匹配。由图 1 可知,桂林市 CYGNSS 反射率数据经质量控制后有效观测点减少,局部区域存在明显的空缺。为提升空间覆盖率,需对反射率数据进行插值补全。



桂林市界线来源于审图号 GS(2024)0650 号标准地图,无修改。
文中其他图件同此

图 1 桂林市单日反射率数据分布

Fig.1 Single-day reflectance distribution in Guilin

2 星载 GNSS-R 洪水监测方法

2.1 CYGNSS 地表反射率

目前星载 GNSS-R 研究基于相干散射假设,而洪水导致地表散射由非相干转为相干^[18-19]。因此,利用双基雷达公式计算反射率:

$$P_{RL}^{coh} = \frac{P_t^i G^i}{4\pi (R_{ts} + R_{sr})^2} \frac{G^r \lambda^2}{4\pi} \Gamma_{RL} \quad (1)$$

式中, P_t^i 为信号的发射功率; G^i 为发射天线的增益; G^r 为接收天线的增益; R_{ts} 为镜面反射点与 GPS 发射机之间的距离; R_{sr} 为镜面反射点与接收机之间的距离; λ 为波长; Γ_{RL} 为地表反射率 (surface-reflectivity, SR)。 P_{RL}^{coh} 可用 ddm_snr (DDM 信噪比) 或者 power_analog (DDM 模拟功率) 的峰值来代替^[20], 本文通过提取 CYGNSS 卫星变量文件中 power_analog 的峰值来计算地表反射率, 将式(1)转换成 dB:

$$SR[dB] = 10\lg P_{RL}^{coh} - 10\lg P_t^i G^i G^r \lambda^2 + 20\lg(R_{ts} + R_{sr}) + 20\lg(4\pi) \quad (2)$$

由于 DDM 受入射角影响,需进行入射角修正:

$$SR_{修正后} = SR_{修正前} - 10\lg(\cos^n \theta) \quad (3)$$

式中, θ 为入射角; n 为校正参数,通常设置为 1^[21]。

2.2 POBI 空间插值模型

POBI 空间插值方法通过历史同期观测数据构建线性回归模型,实现缺失数据的动态插值,解决地表反射率数据覆盖率低的问题。计算公式如下:

$$\Gamma_{interpolated} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i (a_i \Gamma_i + b_i)}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (4)$$

式中, $\Gamma_{interpolated}$ 为插值中心网格反射率; Γ_i 为中心网格搜索半径内相邻网格反射率; a_i 和 b_i 分别为相邻网格和插值中心网格之间历史同期观测数据的最佳线性拟合的斜率和截距; $w_i = r_i^2$ 为基于相关系数的特定网格权重; n 为待定插值网格周围搜索半径内的网格数量。

2.3 基于变化率淹没识别

为克服固定阈值的限制,提出反射率相对变化指标:

$$\Delta_r = \frac{\Gamma_{current} - \Gamma_{base}}{|\Gamma_{base}|} \times 100\% \quad (5)$$

式中, $\Gamma_{current}$ 为每个网格的雨季当日反射率; Γ_{base} 为相同网格 2019—2023 年桂林市 6 月雨季反射率均值。 Γ_{base} 反射率本身是负值,为确保 Δ_r 能够正确反映反射率增大或减小的情况,应使分母 Γ_{base} 反射率的大小不受其符号的影响。选择 2019—2023 年桂林市 6 月雨季相同网格反射率均值作为 Γ_{base} , 由于每年 6 月恰逢雨季,该时期反射率数据可作为桂林市正常雨季反射率,通过反射率相对变化 Δ_r 判定强降雨天气导致反射率波动是否超出正常雨季范围。设定 $\Delta_r > 3\%$ 为淹没判定阈值,该阈值通过统计研究区降雨期反射率波动特征确定,具备区域适应性与统计显著性。不同地域、不同地表覆盖类型的复杂性导致判定阈值不固定。

3 实验过程及实验结果

3.1 POBI 插值及评估

结合中国 1 km 分辨率逐月降水数据集筛选 2019—2023 年 CYGNSS 观测数据雨季时段进行模型训练(图 2)。通常降水量在雨季显著增加,而降雨量与土壤湿度息息相关,土壤湿度与反射率是线性相关^[22-23]。通过聚焦雨季时段,有效捕捉反射率与洪水之间的密切关系,从而提高模型准确性与可靠性。

通过动态优化网格搜索半径降低插值误差^[24],

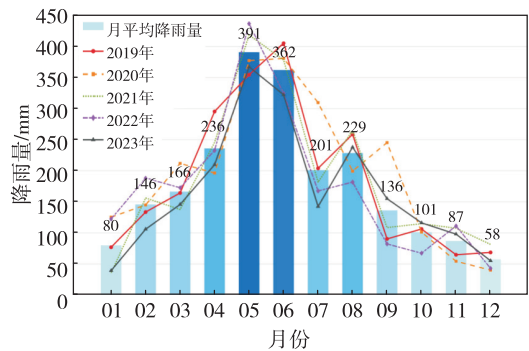
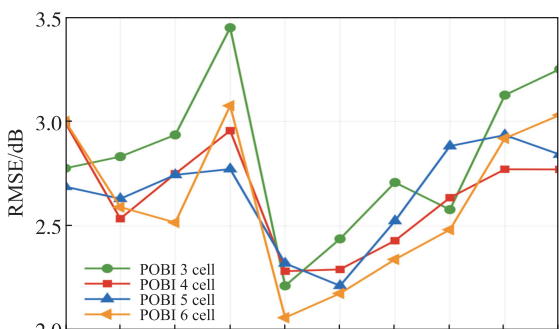
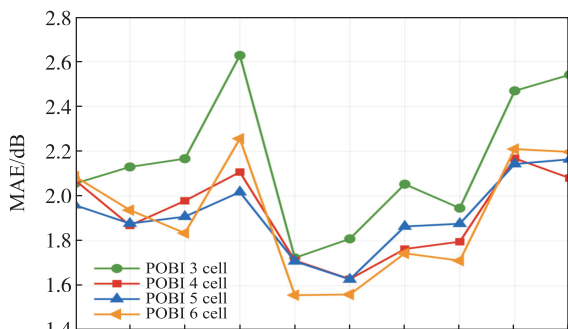


图 2 2019—2023 年桂林市月降雨量变化
Fig.2 Monthly precipitation variations in Guilin from 2019 to 2023

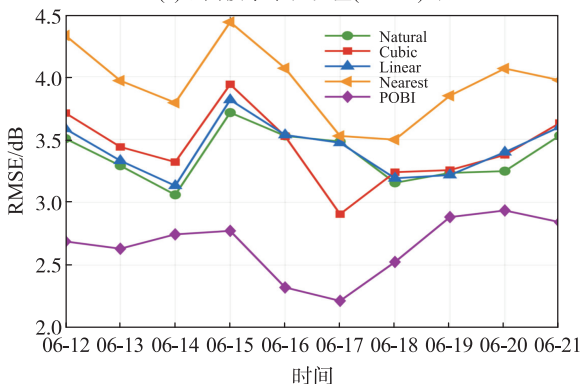
如图 3 所示,5 网格模型 RMSE 极差为 0.72 dB,



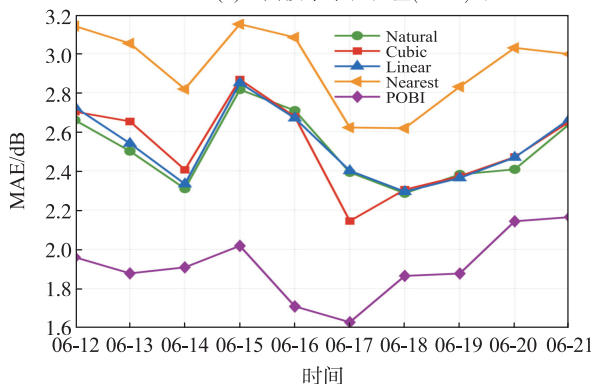
(a)不同搜索半径误差(RMSE)对比



(b)不同搜索半径误差(MAE)对比



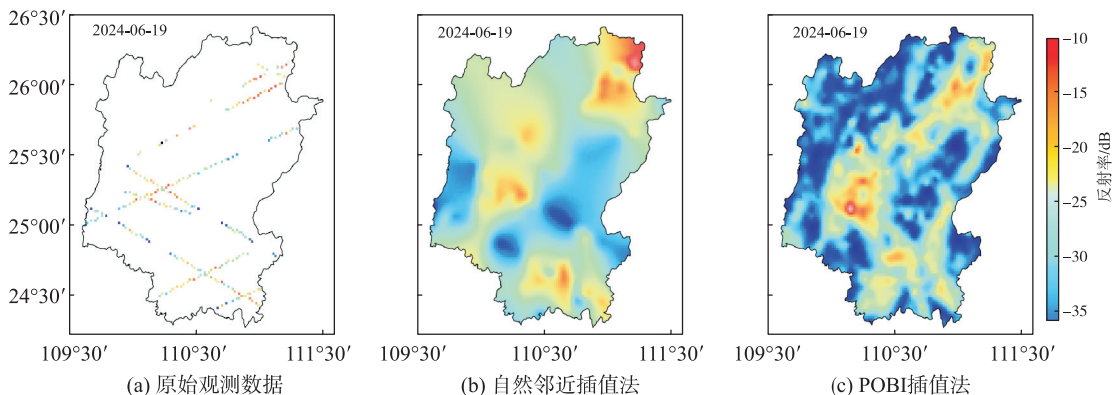
(c)不同插值方法误差(RMSE)对比



(d)不同插值方法误差(MAE)对比

图 3 不同模型误差对比

Fig.3 Comparison of different model errors



(a) 原始观测数据

(b) 自然邻近插值法

(c) POBI插值法

图 4 不同插值方法差值效果对比

Fig.4 Comparison of interpolation effects among different interpolation methods

误差最小且稳定。与其他传统插值方法相比,自然邻近插值(Natural)优于线性插值(Linear)、三次多项式插值(Cubic)、最邻近插值(Nearest),但 POBI 插值相较于自然邻近插值其 RMSE 平均降低 20.98%(单日最高降幅 36.43%), MAE 平均降低 23.43%(单日最高降幅 36.87%),这表明 POBI 插值具有更优性能。由图 4 可见,自然邻近插值法在研究区东北部及东部轨道盲区反射率插值效果过渡生硬,局部色彩单一。相比之下,POBI 插值法在处理轨道盲区时,插值效果过渡更为连续、自然,能够较好地恢复因卫星轨道盲区而缺失的数据。

3.2 反射率时序响应与淹没变化

在强降雨过程中,桂林市高反射率网格数量(反射率大于-19 dB)增长率与降雨变化密切相关^[18](图 5),高反射率网格数量较 12 日(第 1 天)总体呈上升趋势,于 17 日随强降雨出现增长,至 19 日累积增幅达 17.54%,此后转为下降,表明强降雨结束。空间分布如图 6 所示,中部城区及桂南 3 县因降雨南移,高反射率网格数量显著升高,成为强降雨核心区;19 日中部城区(图 6 红框区域)高反射率网格数量较 12 日增长 37.50%。而桂南 3 县(图 6 黑框区域)高反射率网格数量在降雨前期变化较小,17 日高反射率网格数据出现增长,增长率为 8.33%。19 日受低压南移影响,高反射率网格数量较 17 日增长 15.38%,20 日之后全市反射率回落,降雨过程趋于结束。

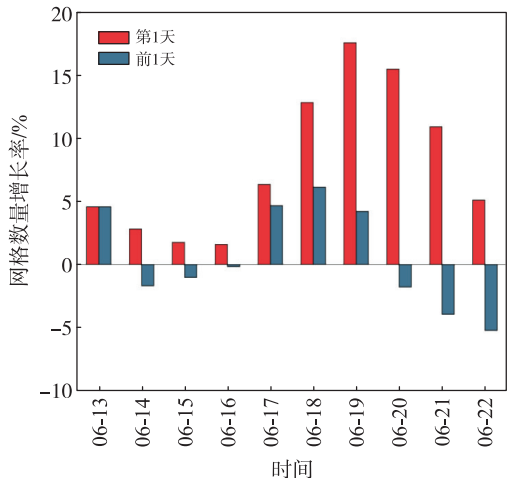


图 5 桂林市高反射率网格增长率变化
Fig.5 Changes in the growth rate of high-reflectivity grids in Guilin

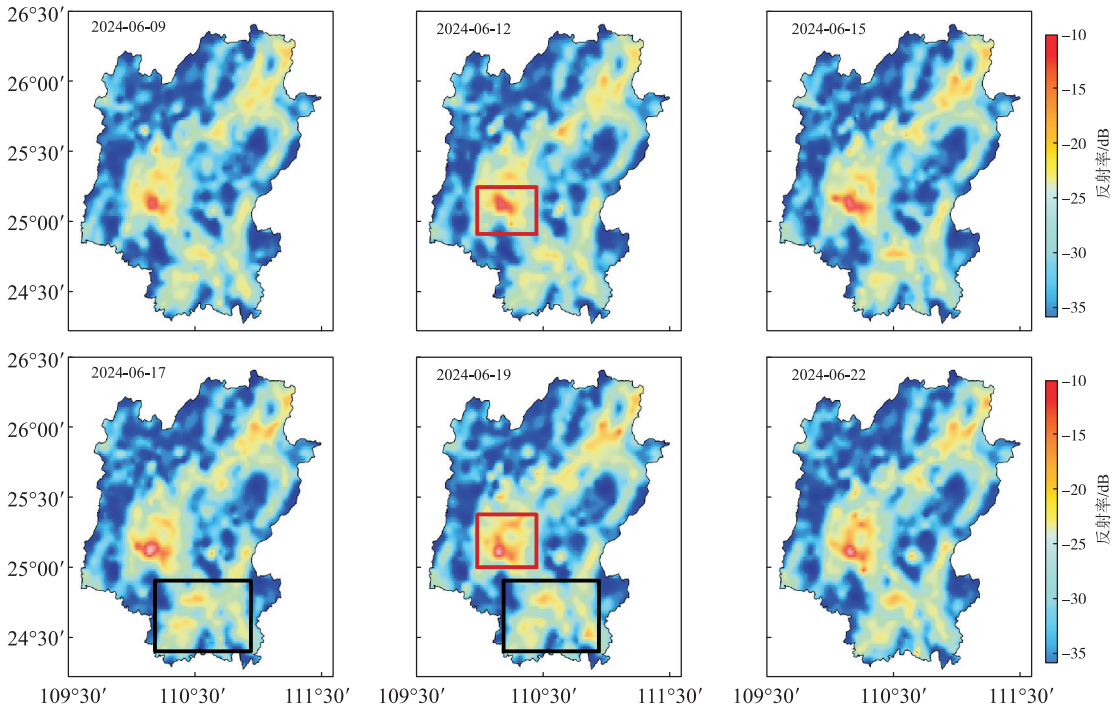


图 6 桂林市反射率插值结果(2024-06-09—22)
Fig.6 Interpolated results of reflectance in Guilin from June 9 to 22, 2024

统计 2024-06-12—22 降雨期间逐日反射率变化率发现,处于 0~3%区间的网格变化率均值为 1.38%,该区间的网格数量在 19 日发生最大增长率 3.31%,没有出现异常剧烈变化,而在大于 3%区间网格变化率均值为 7.84%,该区间网格数量在 06-18 单日增幅达 10.16%,据此将变化率超过 3%的区域判定为淹没区。淹没检测结果如图 7 所示,15 日桂南 3 县(红框区域)淹没面积较 12 日新增 22.92%;灵川县东南部(绿框区域)新增淹没地区,随着强降雨南移,此区域淹没逐

渐面积减少。17 日全州中部(黄框区域)新增淹没地区,19 日桂林市中心城区(紫框区域)淹没范围达到峰值,较 12 日增长 48.68%,桂南 3 县较 12 日增长 36.11%。22 日全州中部、灵川县东南部淹没面积开始逐渐减少,表明降雨结束。图 8 展示了降雨前(2024-06-01)、降雨峰期(2024-06-19)及降雨后(2024-07-01)桂林市淹没情况。可以看出,淹没范围在洪水前后变化明显,地表已基本恢复至降雨前状态。

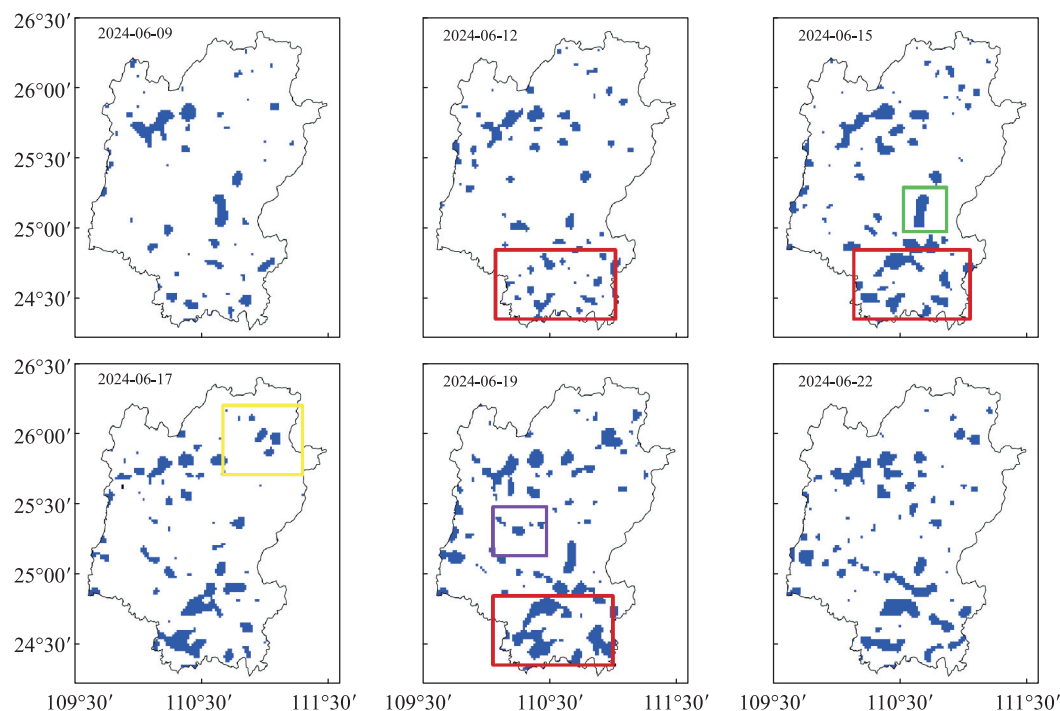


图 7 桂林市洪水淹没变化(2024-06-09—22)
Fig.7 Changes in flood inundation in Guilin from June 9 to 22, 2024

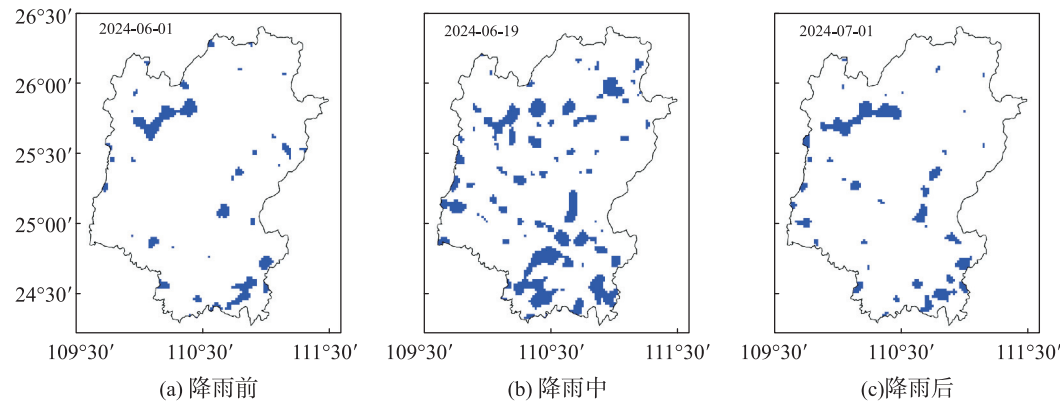


图 8 2024-06 桂林市强降雨前后洪水淹没变化
Fig.8 Changes in flood inundation in Guilin before and after the June 2024 heavy rainfall

3.3 土壤湿度监测结果

本文结合土壤湿度与 CYGNSS 反射率高度关联性^[22-23],利用土壤湿度数据进行洪水监测,并与 CYGNSS 监测结果进行对比。由于 SMAP 卫星采样周期限制,研究区采样轨道单日土壤湿度数据点较少,通过融合 SMAP 同日土壤湿度产品升轨(AM)与降轨(PM)土壤湿度数据,有效提升研究区域的数据覆盖率,降低单轨数据局限性。图 9 为降雨前后土壤湿度的时空变化。降雨前(2024-06-09),桂林市区(红框区域)土壤湿度均值为 $0.25\text{ cm}^3/\text{cm}^3$ 。强降雨期间(2024-06-12—19),桂林市区土壤湿度均值由 $0.24\text{ cm}^3/\text{cm}^3$ 增长到 $0.41\text{ cm}^3/\text{cm}^3$,增幅达 68.23%,该变化趋势与同期 CYGNSS 监测到的淹没范围变化高度

吻合。降雨结束后(2024-06-22),桂林市区湿度回落至 $0.23\text{ cm}^3/\text{cm}^3$,降幅 43.22%,进一步印证反射率变化对地表水文状态的敏感响应。

4 结 语

本文创新性地提出了一种基于 POBI 插值变化率的洪水动态监测评估方法。该方法利用 2019—2023 年雨季期间积累的观测数据,构建了 POBI 空间插值模型,有效解决了因 CYGNSS 卫星轨道覆盖局限而引发的地表反射率传统插值偏差难题。以 2024 年桂林市“6·19”特大洪灾为实证案例,本方法成功实现了日尺度下洪水淹没范围的快速精准制图。研究结果显示,桂林市中心城区的洪水淹没范围在 19 日达到峰值,相

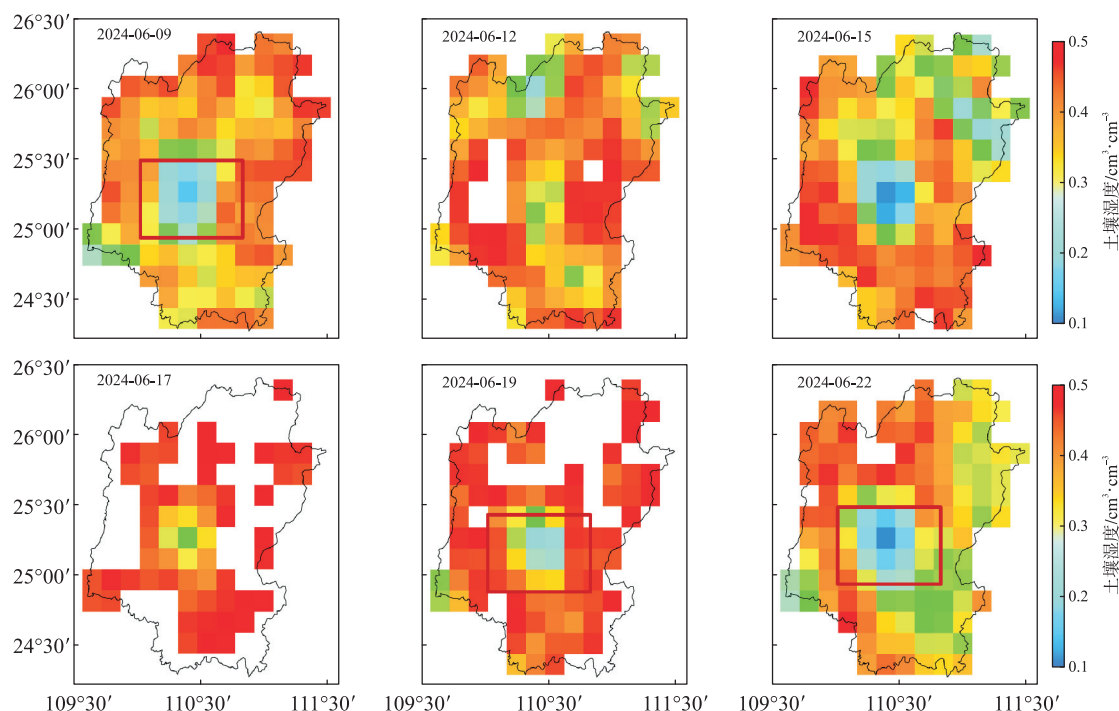


图9 桂林市土壤湿度变化(2024-06-09—22)

Fig.9 Soil moisture changes in Guilin from June 9 to 22, 2024

较于12日,其面积增长48.68%。而到了20日,随着降雨的停止,淹没面积开始逐渐缩减。这一淹没趋势与SMAP土壤湿度的变化趋势呈现出高度的一致性。进一步对比发现,POBI插值法相较于自然邻近插值法,在反射率预测误差上平均降低20.98%,单日最高降幅更是达到36.43%。本方法成功突破了卫星采样轨道限制以及由此导致的空间覆盖率不足、插值误差累积等瓶颈,显著提升了小范围、多雨区域洪涝过程的识别精度与响应时效性。展望未来,若能进一步深入探究地表地形、植被等多重因素对地表反射率数值的复杂影响,将有望进一步提升POBI插值的精确度,优化CYGNSS观测数据的质量,进而实现更高分辨率、更高精度的地表参数提取。

参考文献

- [1] Chen J S, Zhao K, Wang Y J, et al. ENSO Effect on Hydroclimate Changes in Southeastern China over the Past Two Millennia[J]. *Quaternary Science Reviews*, 2022, 285
- [2] Katzberg S J, Torres O, Grant M S, et al. Utilizing Calibrated GPS Reflected Signals to Estimate Soil Reflectivity and Dielectric Constant: Results from SMEX02 [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2006, 100(1): 17-28
- [3] Al-Khaldi M M, Johnson J T, O'Brien A J, et al. Time-Series Retrieval of Soil Moisture Using CYGNSS[J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2019, 57(7): 4322-4331
- [4] Camps A, Park H, Pablos M, et al. Sensitivity of GNSS-R Spaceborne Observations to Soil Moisture and Vegetation [J]. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2016, 9(10): 4730-4742
- [5] Jensen K, McDonald K, Podest E, et al. Assessing L-Band GNSS-Reflectometry and Imaging Radar for Detecting Sub-Canopy Inundation Dynamics in a Tropical Wetlands Complex[J]. *Remote Sensing*, 2018, 10(9)
- [6] Chew C, Reager J T, Small E. CYGNSS Data Map Flood Inundation during the 2017 Atlantic Hurricane Season[J]. *Scientific Reports*, 2018, 8(1)
- [7] Rajabi M, Nahavandchi H, Hoseini M. Evaluation of CYGNSS Observations for Flood Detection and Mapping during Sistan and Baluchestan Torrential Rain in 2020[J]. *Water*, 2020, 12(7)
- [8] Wan W, Liu B J, Zeng Z Y, et al. Using CYGNSS Data to Monitor China's Flood Inundation during Typhoon and Extreme Precipitation Events in 2017[J]. *Remote Sensing*, 2019, 11(7)
- [9] Yang T, Wan W, Sun Z G, et al. Comprehensive Evaluation of Using TechDemoSat-1 and CYGNSS Data to Estimate Soil Moisture over Chinese Mainland [J]. *Remote Sensing*, 2020, 12(11)
- [10] Yang W T, Gao F, Xu T H, et al. Daily Flood Monitoring Based on Spaceborne GNSS-R Data: A Case Study on Henan, China[J]. *Remote Sensing*, 2021, 13(22)
- [11] Zhang S C, Ma Z M, Li Z H, et al. Using CYGNSS Data to Map Flood Inundation during the 2021 Extreme Precipitation in Henan Province, China [J]. *Remote Sensing*, 2021, 13(24)
- [12] Voronovich A G, Zavorotny V U. Bistatic Radar Equation for Signals of Opportunity Revisited[J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2018, 56(4): 1959-1968

- [13] 汪吉. 基于星载 GNSS-R 探测内陆水体[D]. 西安: 长安大学, 2023 (Wang Ji. Detection of Inland Water Bodies Based on Spaceborne GNSS-R[D]. Xi'an: Changan University, 2023)
- [14] 刘奇, 张双成, 南阳, 等. 利用星载 GNSS-R 相干信号探测南亚洪水[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2021, 46(11): 1641-1648 (Liu Qi, Zhang Shuangcheng, Nan Yang, et al. Flood Detection of South Asia Using Spaceborne GNSS-R Coherent Signals[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2021, 46(11): 1641-1648)
- [15] Chew C, Small E, Huelsing H. Flooding and Inundation Maps Using Interpolated CYGNSS Reflectivity Observations [J]. Remote Sensing of Environment, 2023, 293
- [16] Chew C. Spatial Interpolation Based on Previously-Observed Behavior: A Framework for Interpolating Spaceborne GNSS-R Data from CYGNSS[J]. Journal of Spatial Science, 2023, 68(1): 155-168
- [17] Ye Y L, Liu L L, Chen F D, et al. An Improved Soil Moisture Retrieval Method Considering Azimuth Angle Changes for Spaceborne GNSS-R[J]. Advances in Space Research, 2025, 75(1): 178-189
- [18] 杨文涛. 星载 GNSS-R 土壤湿度反演及洪水监测应用研究 [D]. 西安: 长安大学, 2022 (Yang Wentao. Application Research on Soil Moisture Inversion and Flood Monitoring by Spaceborne GNSS-R[D]. Xi'an: Chang'an University, 2022)
- [19] Carreno-Luengo H, Luzzi G, Crosetto M. Sensitivity of CyGNSS Bistatic Reflectivity and SMAP Microwave Radiometry Brightness Temperature to Geophysical Parameters over Land Surfaces[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2019, 12(1): 107-122
- [20] Camps A, Park H, Castellví J, et al. Single-Pass Soil Moisture Retrievals Using GNSS-R: Lessons Learned[J]. Remote Sensing, 2020, 12(12)
- [21] Chew C, Small E. Estimating Inundation Extent Using CYGNSS Data: A Conceptual Modeling Study[J]. Remote Sensing of Environment, 2020, 246
- [22] Chew C C, Small E E. Soil Moisture Sensing Using Spaceborne GNSS Reflections: Comparison of CYGNSS Reflectivity to SMAP Soil Moisture [J]. Geophysical Research Letters, 2018, 45(9): 4049-4057
- [23] Chew C, Shah R, Zuffada C, et al. Demonstrating Soil Moisture Remote Sensing with Observations from the UK TechDemoSat-1 Satellite Mission[J]. Geophysical Research Letters, 2016, 43(7): 3317-3324
- [24] 龙安成, 张显云, 刘晶晖, 等. POBI 在贵州山区的 CYGNSS 地表反射率插值精度分析[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2025, 43(1): 33-45 (Long Ancheng, Zhang Xianyun, Liu Jinghui, et al. Accuracy Analysis of Surface Reflectance Interpolation Based on CYGNSS by Using POBI in Mountainous Area of Guizhou Province[J]. Journal of Guizhou Normal University: Natural Sciences, 2025, 43(1): 33-45)

Spaceborne GNSS-R Flood Dynamics Monitoring Based on POBI Interpolation Rate Variation: Taking the Major Flood Disaster in Guilin in 2024 as an Example

LIU Lilong¹ ZHANG Hongwei¹ CHEN Fade¹ YUAN Taotao¹

¹ College of Geomatics and Geoinformation, Guilin University of Technology, Guilin 541006, China

Abstract: To address the issues of reduced accuracy and misidentification of single water bodies caused by interpolation in large-scale flood inundation mapping using spaceborne GNSS-R technology, this paper proposes a dynamic monitoring method based on the reflectivity change rate using period-matched observation-based interpolation (POBI). Utilizing CYGNSS reflectivity data during the rainy seasons from 2019 to 2023 and China's 1 km resolution monthly precipitation products, we constructed a POBI spatial interpolation model. By combining this with the bistatic radar equation to retrieve surface reflectivity, we systematically analyzed the flood evolution process during the extreme rainfall event in Guilin in June 2024. The results show that, for reflectivity interpolation in unsampled areas, the root mean square error (RMSE) decreased by an average of 20.98% compared to the natural neighbor method. The inundation identification mechanism based on the change rate effectively avoids the subjectivity of traditional threshold methods. The monitoring results indicate that the inundated area in the central urban district expanded by 48.68% from June 19 to June 12, with spatial evolution highly consistent with changes in SMAP soil moisture. This study provides reliable methodological support for refined flood monitoring in highly dynamic, low-coverage areas using spaceborne GNSS-R.

Key words: spaceborne GNSS-R; CYGNSS; flood monitoring; POBI