

联合时序 InSAR 及地球物理建模的长白山天池火山动态监测

张嘉祺¹, 魏恋欢¹, C. Tolomei², 刘国明³, G. Ventura², E. Trasatti², C. Bignami², S. Salvi²,
高铁军¹, F. Cinti², 李显巨⁴

(1) 东北大学, 沈阳, 中国

(2) 国家地球物理与火山研究所, 罗马, 意大利

(3) 长白山火山监测站, 延边, 中国

(4) 中国地质大学, 武汉, 中国

长白山天池火山位于中朝边界, 是目前中国境内保存最完整的新生代多成因复合火山, 也是我国最具喷发潜力的活火山。历史上, 该火山经历过几次较大的喷发, 其中约 1000 年前的千年大喷发是全球近 2000 年来最大的火山喷发事件之一。2002-2005 年间天池火山经历了一段扰动期, 火山地震活动频率明显增加, 震级也较往常变大, 气体地球化学监测结果也发生了明显的变化。随后, 火山活动又恢复到了以前的水平。然而, 2020 年 12 月 22 日长白山突然出现火山震群事件, 共发生各类火山地震事件 38 个; 2021 年 3 月 5 日又发生了一次震级为 ML3.1 的地震, 这是火山扰动期结束之后最大的构造型火山地震事件。这些现象表明 2020 年 12 月之后的火山地震活动超出了背景水平, 需要引起重视, 加强对天池火山的监测。

传统的地表形变监测手段, 如水准测量、GPS 观测等, 存在着空间点稀疏、精度低等不足, 不能反映形变的整体分布情况。合成孔径雷达干涉测量 (InSAR) 技术的出现弥补了传统监测手段的不足, 其中时序 InSAR 可以通过对长时间序列的 SAR 数据进行分析, 去除干涉相位中的轨道、大气、DEM 等误差的影响, 获得大范围、高精度的形变监测结果。在常用的时序 InSAR 方法中, 小基线集时序 InSAR (SBAS-InSAR) 因其高影像利用率、高空间密度和短基线干涉对等优势, 有效的减少了时空去相关的影响, 更适合用于积雪期长、周围被植被覆盖、缺少永久散射体的天池火山区域的形变监测。

本研究利用 2018 年 11 月-2020 年 10 月期间的 19 景 ALOS2 影像, 基于 SBAS-InSAR 技术获取了天池火山区域的地表形变。由于火山区域的地形起伏会导致解算的相位中存在较明显的垂直分层大气相位及地形残差, 前者我们通过奇异值估算进行去除, 后者借助垂直基线及雷达入射角进行去除。结果表明, 在该时间段内, 天池火山区域地表有上升的趋势, 且越靠近火山口该趋势越明显。然后利用 SBAS-InSAR 结果开展了 Mogi 点源模型反演, 结果显示点源位于火山口下方深度约 3km 处, 与火山震群记录的深度基本一致。本研究对火山活动的监测及未来的灾害评估提供了数据支撑, 并验证了 SBAS-InSAR 和地球物理建模方法用于火山区域形变监测应用的可行性。