

基于 Sentinel-1 数据时间序列分析的建成区沉降监测

王楠¹, 廖明生¹, 杨梦诗^{1,2}, 张路¹, 段蕙质³

¹测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉, 430079, 中国

²代尔夫特理工大学地球科学与遥感系, 荷兰

³遥感信息工程学院, 武汉, 430079, 中国

近来, Sentinel-1 数据以其大覆盖范围和可免费获取等优点受到广泛关注, 通常用于大型火山和地震的监测。尽管其通常并不包括在高分辨率影像的范围中, 但是也可以在城市地区建筑物密集的建成区沉降的精细监测中发挥重要作用。

研究区武汉市位于长江沿岸, 近年来发展迅速。快速的城市化以及武汉市地下分布的广泛的碳酸盐岩条带和软弱土层导致了武汉市大部分地区发生沉降, 对建筑物和公共基础设施造成了安全隐患, 受到市政部门和市民的关注。因此, 通过探测地表形变来帮助了解城市化过程十分重要, 从而可以采取合适的措施进行有效的规划和建设, 并减少进一步的损失。

时间序列分析方法适用于从 Sentinel-1 数据中获取形变。本案例使用了 StaMPS 方法^[1]进行数据处理, 该方法不需要假定特殊的形变模型, 直接通过三维相位解缠算法获取地表形变信息。它通常用于结合高分辨率影像进行建筑物形变提取^[2], 然而 Sentinel-1 数据在建成区形变监测中的应用相对较少。

本实验共收集了 44 景 Sentinel-1A 的 IW 模式影像。通过免费的 Sentinel-1 数据, 使用时间序列 PS-InSAR 技术^[3]获取了武汉地区的形变速率分布图, 并且发现多个区域沉降严重, 最大沉降速率达-27mm/y。此外, InSAR 获取的形变图还突出了建成区和基础设施的形变活动, 例如在一些居民社区和铁路段的形变。这种监测将有助于建筑物安全监测和风险评估。

例如, 武昌区安居苑小区整体上发生了-15mm/y 到-27mm/y 的沉降, 累积形变量达 30mm。从获取的 PS 点时间序列变化曲线可以看到, 该小区在 2016 年 8 月到 2016 年 11 月沉降速度加快, 沉降量超过了 10mm, 与之前 16 个月内沉降量相当, 应当引起更多的重视。

汉口的发展二村、井南社区等区域发生了明显的沉降, 最大沉降速率可达-27mm/y, 最大形变累积甚至达-38mm。从调查来看, 自该小区以南的城中村改造还建项目开工后, 该小区内多处住户就出现墙面开裂, 门前台阶与地面严重分离等现象, 与实验结果一致, 说明 Sentinel-1A 数据处理结果的可靠性。

对途经汉口站的一段铁路进行分析可以看到, 该区间内绝大部分路段均有不同程度的沉降, 垂直方向上的形变速率在-11.64mm/y 到 6.18mm/y 之间, 在一些弯道路段差异沉降较大, 值得引起注意。在对武广铁路途经武汉站的一段线路分析可以看到, 该段铁路垂直方向上的形变速率范围约为-5mm/y 到 5mm/y, 该区间内除在武汉站附近处于略微抬升以外, 整体上处于轻微下沉, 但并没有不均匀沉降。

参考文献

- [1]. Hooper, A.J., Persistent scatter radar interferometry for crustal deformation studies and modeling of volcanic deformation [D]. Stanford University, 2006.
- [2]. Qin. X, Liao. M, Yang. M, and Zhang. L. Monitoring structure health of urban bridges with advanced multi-temporal InSAR analysis [J]. Annals of GIS. 2017, 23(6):1-10.
- [3]. FERRETTI A, PRATI C, ROCCA F. Permanent scatterers in SAR interferometry [J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, 2001, 39: 8-20.