

上海近期地面沉降空间分布研究——基于 Sentinel-1A 多时 序分析

王强^{1,2,3,4}, 赵卿^{1,2,3,4}, 马冠宇^{1,2,3,4}, 禹雷^{1,2,3,4}

¹ 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室, 中国上海, 200062 ;

² 华东师范大学环境遥感与数据同化实验室, 中国上海, 200062; e-mail: qzhao@geo.ecnu.edu.cn

³ ECNU-CSU Joint Research Institute for New Energy and the Environment, East China Normal University, Shanghai, 200062, China;

⁴ 华东师范大学地理科学学院, 中国上海, 200062;

摘要

由于大规模的基础设施建设和填海造地, 上海的地面沉降问题正变得越来越严重, 这将对城市公共安全产生重大影像。为了对地面沉降进行检测, 上海已经建立了水准网和 GPS 网, 但由于成本所限, 分辨率很低 (Amighpey et al. 2016)。近年来, InSAR 技术凭借其低成本, 大范围高精度的特点, 已经被广泛用来监测城市地面沉降 (Sansosti et al. 2010; Hooper et al. 2012)。Sentinel 1A 卫星数据是 IW 模式采集的单视复数数据, 以 5m x 20m 的地距分辨率宽幅成像。为了研究上海的地面沉降分布规律和空间格局, 本文使用 2015 年 7 月到 2017 年 8 月的 33 景 Sentinel1A 数据, 采用 SBAS 技术 (Berardino et al. 2002; Lanari et al. 2007) 分析得到了上海市地面沉降时间序列结果。SBAS 方法是基于多主影像的小基线干涉集, 视线向形变速率由基于 SVD 分解的最小二乘法得到。本文使用 ENVI 的 SARscape 工具箱在相干性阈值 0.35, 时间基线阈值 180 天的参数下进行 SBAS 分析。

城市地面沉降主要由基础设施建设和地下水开采导致 (Galloway et al. 2011; Wang et al. 2017), 本文使用 Landsat 光学卫星数据分析上海自上个世纪 90 年代以来海岸线的变化趋势 (Landsat5、7、8 数据, 分辨率 30m, 每 5 年在冬季获取数据), 发现海岸线这 30 年来扩张迅速且当前沉降严重的海滨区域大都是新成陆区, 而城市中心区域的沉降大都位于密集地铁沿线。由于上海从上个世纪 70 年代就已经开始减少开采地下水, 我们提出假设, 当前上海市的沉降主要是填海区的地质结构不稳定和城市内部大量地上、地下基础设施的建造导致。同时通过集中研究上海市中心高层建筑密集区和海滨区域的地面沉降趋势, 我们发现海滨区域的沉降依然明显, 而黄浦江沿岸的高层建筑密集区也有高达 2cm/y 的沉降。

关键词: 地面沉降; 高层建筑; 地铁; 小基线集; 上海

参考文献

Amighpey, M., & Arabi, S. (2016). Studying land subsidence in Yazd province, Iran, by integration of InSAR and levelling measurements. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 4, 1-8. doi: 10.1016/j.rsase.2016.04.001

Sansosti, E., Casu, F., Manzo, M. & R, L., 2010. Space-borne radar interferometry techniques for the generation of deformation time series: an advanced tool for earth's surface displacement analysis, *Geophys. Res.Lett.*, 37, L20305, doi:10.1029/2010GL044379.

Hooper, A., Bekaert, D., Spaans, K. & Arikian, M., 2012. Recent advances in SAR interferometry time series analysis for measuring crustal deformation, *Tectonophysics*,

514-517, 1–13.

Berardino, P.; Fornaro, G.; Lanari, R.; Sansosti, E. A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 2002, 40, 2375–2383.

Lanari, R.; Casu, F.; Manzo, M.; Zeni, G.; Berardino, P.; Manunta, M.; Pepe, A. An overview of the small baseline subset algorithm: A DInSAR technique for surface deformation analysis. *Pure Appl. Geophys.* 2007, 164, 637–661.

Galloway, D. L., & Burbey, T. J. (2011). Review: Regional land subsidence accompanying groundwater extraction. *Hydrogeology Journal*, 19(8), 1459-1486. doi: 10.1007/s10040-011-0775-5

Wang, H., Feng, G., Xu, B., Yu, Y., Li, Z., Du, Y., & Zhu, J. (2017). Deriving Spatio-Temporal Development of Ground Subsidence Due to Subway Construction and Operation in Delta Regions with PS-InSAR Data: A Case Study in Guangzhou, China. *Remote Sensing*, 9(10). doi: 10.3390/rs9101004