

北京市地面沉降差异演化：多场模拟与量化归因

宫辉力^{1,3,4,5}, Constantinos Cartalis², 高明亮^{1,3,4,5}, 李小娟^{1,3,4,5}, 朱琳^{1,3,4,5}, 陈蓓蓓^{1,3,4,5}, 周超凡^{1,3,4,5}, 柯樱海^{1,3,4,5}

- 1.首都师范大学, 中国北京
- 2.National and Kapodistrian University of Athens, Greece
- 3.地面沉降机理与防控教育部重点实验室, 中国北京
- 4.水资源安全北京实验室, 中国北京
- 5.河北沧州平原区地下水与地面沉降国家野外科学观测研究站, 中国河北省沧州市

摘要:

针对气候变化和人类活动共同影响下北京城市地面沉降复杂演化问题, 联合 InSAR 遥感探测和国家野外科学观测研究站实测数据集, 集成浅表层动静载荷应力场、区域地下水渗流场等, 建立具有物理机制和数据驱动的机器学习模型, 揭示北京城市典型区地下水位动态变化耦合地面沉降差异演化成因和机制。(1) 北京平原典型区长时序地面沉降非线性演化模拟预测。集成机器学习、空间分析和统计学等技术方法, 联合分层可压缩层厚度、分层地下水水位等多源数据, 拟定最优超参数据集, 构建极端随机树-蒙特卡罗地面沉降模拟模型, 开展区域地面沉降模拟研究。(2) 针对地面沉降问题的复杂、不连续特点, 提出一种基于近场动力学理论的一体化、多尺度、变分辨率的地面沉降建模方法, 以北京通州区地面沉降复杂系统为研究对象, 应用复杂系统多体理论构建水文地质体的三维概化模型, 开展 2021 年~2035 年通州区地面沉降演化的近场动力学模拟。(3) 集成空间数据挖掘与机器学习方法量化自然和人类活动因素对地面沉降的影响, 结果表明北京地区对地面沉降演化贡献最大的是可压缩层厚度, 达到 35% 以上, 其次为地下水位变化, 二者贡献叠加超过 70%。