

## 多尺度InSAR监测用于地质灾害表征与基础设施韧性评估

Roberto Tomás<sup>1</sup>, Zhenhong Li<sup>2</sup>, Juan Manuel Lopez-Sanchez<sup>3</sup>, Chen Yu<sup>2</sup>, Mi Chen<sup>1,4</sup>, Chuang Song<sup>2</sup>, María Inés Navarro-Hernández<sup>1</sup>, Keren Dai<sup>5</sup>, José Luis Pastor<sup>2</sup>, Adrián Riquelme<sup>1</sup>, Miguel Cano<sup>1</sup>, Esteban Díaz<sup>1</sup>, Chaoying Zhao<sup>2</sup>, Bo Chen<sup>1,2</sup>, Francisco Gutiérrez<sup>6</sup>, Xiaojie Liu<sup>7</sup>, Yinpeng Liu<sup>1,2</sup>, Siyuan Cheng<sup>1,4</sup>, Jin Deng<sup>1,5</sup>, Cristina Reyes-Carmona<sup>1</sup>, Ruixuan Zhang<sup>1,2</sup>

1. Departamento de Ingeniería Civil, University of Alicante, Alicante, Spain
2. College of Geological Engineering and Geomatics, Chang'an University, Xi'an, China
3. Instituto Universitario de Investigación Informática, Universidad de Alicante, Spain
4. College of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing, China.
5. The State Key Laboratory of Geohazards Prevention and Geoenvironment Protection (SKLGP), Chengdu University of Technology, Chengdu, China.
6. Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain.
7. School of Civil Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou, China

本研究总结了ReSeLMAIN项目（编号：95355——基于遥感的滑坡监测及其对基础设施影响评估）的中期进展。该项目在DRAGON-6合作计划框架下开展，该计划是European Space Agency（ESA）与Ministry of Science and Technology of China（MOST）之间的联合倡议。研究集成了人工智能驱动的自动化工作流程、多时序InSAR干涉测量技术以及基础设施影响分析方法，用于在西班牙和中国的关键环境中开展地质灾害的识别、运动学特征刻画与监测。首先，我们提出了一种新的自动化工作流程，基于深度学习的相位梯度叠加与空间聚类方法，用于活动滑坡的识别。该方法显著缩短了识别可能威胁基础设施的潜在滑坡所需时间，并提高了其空间边界的精度。在基础设施影响方面，我们分析了典型案例，例如京津高速铁路，利用高分辨率TerraSAR-X数据对受地面沉降影响的铁路走廊进行结构健康监测。此外，我们结合三维时间序列与光学像素偏移技术，探讨滑坡的运动学行为，为西班牙和中国滑坡的滑动面（例如，深度和形状）及体积演化提供关键数据支持。同时，基于欧洲地表形变服务（EGMS）的开放数据，我们对西班牙阿利坎特两个不同城市区域中的一个塌陷和一个滑坡进行了监测，并评估其对基础设施的影响。最后，利用高分辨率PAZ影像，在城市环境中实现毫米级精度位移监测，并对一座坍塌桥梁进行分析。总体而言，这些案例研究展示了DRAGON-6项目ReSeLMAIN的当前进展与主要成果。

关键词： InSAR，地质灾害，基础设施影响，机器学习，地面沉降，滑坡