

多维时序 InSAR 揭示李坎公路滑坡的运动行为和滑动几何

杜建涛^{1,4} 李振洪^{1,2,3} Roberto Tomás⁴ 宋闯^{1,2,3}

¹地质工程与测绘学院, 长安大学, 西安, 中国, 710054; ²黄土全国重点实验室, 西安, 中国, 710054; ³地学与卫星大数据研究中心, 长安大学, 西安, 中国, 710054; ⁴Department of Civil Engineering, University of Alicante, Alicante 03080, Spain

摘要: 李坎公路滑坡位于中国西北地区李家峡水库右岸, 是一处由道路工程项目引发的典型活动滑坡。滑坡的长期蠕变导致了对基础设施的频繁修复, 更重要的是, 该滑坡对位于约一公里远的水电站的安全构成严重威胁。本研究利用 Sentinel-1 数据集分析了自 2014 年以来李坎公路滑坡地表形变的时空演变特征。此外, 利用形变结果反演滑坡的几何参数以提供其厚度和体积的估计。首先, 基于升降轨 SAR 图像, 使用时序 InSAR 技术提取了李家峡库区地表位移速度, 发现了该地区存在多个活动斜坡。随后, 通过结合双轨道观测与坡向平行流模型, 获取了李坎公路滑坡的三维位移时间序列。研究表明, 在 2014 年至 2023 年期间, 李坎公路滑坡的最大累积水平和垂直位移分别超过了 3.2 米和 1.0 米。此外, 滑坡还在其变形模式中表现出了空间异质性。随后, 利用获取的三维位移速率场和质量守恒方程, 反演了滑坡的滑动几何形态, 揭示了滑坡的厚度分布不均匀, 平均深度为 10.6 米、体积约为 1.45×10^7 立方米。最后, 讨论了李坎公路滑坡的形变机制, 并认为该滑坡目前处于稳定匀速运动阶段, 短时间内不会发生灾难性破坏。本研究是首次利用卫星影像对地观测方法对李坎公路滑坡的运动进行系统地制图和分析。研究结果对李坎公路滑坡的机理解释和风险管理具有重要意义。

关键词: 李坎公路滑坡, 时序 InSAR, 滑动几何