

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.857>



重大滑坡启滑的物理机制是什么？

唐辉明¹, 李长冬¹, 胡伟², 秦四清³, 庄建琦⁴, 龚文平¹

1. 中国地质大学工程学院, 湖北武汉 430074

2. 成都理工大学环境与土木工程学院, 四川成都 610059

3. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029

4. 长安大学地质工程与测绘学院, 陕西西安 710054

我国是世界上滑坡灾害最严重的国家. 随着国家重大战略的实施, 工程活动与地质环境的矛盾日益突出. 为有效减灾防灾, 确保国家重大战略的顺利实施, 亟需攻克关键科学理论难题, 实现重大滑坡精准预测预报.

滑坡预测预报是国际公认的工程地质学科前沿领域之一. 半个世纪以来滑坡预测预报方法主要经历了现象预测、经验预测与统计预测进程, 统计类预测预报方法和技术由于与滑坡演化过程和物理力学机制脱节, 遭遇了巨大的理论和技术瓶颈 (Saito, 1965; Segalini *et al.*, 2018), 总体上滑坡预测预报理论研究进展缓慢, 滑坡预测预报成功率低. 滑坡孕育发展是斜坡地质体内外动力作用长期演化的结果, 科学认识滑坡演化过程与物理机制是实现滑坡精准预测预报的关键 (图 1).

1 核心内容

重大滑坡演化过程受不同地质过程和主控因素的控制 (Chigira and Yokoyama, 2005). 主控因素作用下的滑坡演化过程与机理的深入研究是解决重大滑坡系统演化过程与预测预报的关键理论问题. 研究锁固段和降雨、灌溉、库水位波动作用下的多场信息动态变化特征、多场多尺度非线性模型, 是揭示复杂环境下滑坡变形破坏的物理过程的有

效途径. 该关键科学问题的解决将为滑坡物理过程预测预报研究提供滑坡演化动力学依据.

滑坡启滑机制与启滑分类是评价各主要类型滑坡可预测性的前提 (Hung *et al.*, 2014; Furuki and Chigira, 2019), 也是重大滑坡启滑的物理机制研究的地质基础. 锁固解锁型、静态液化型和动水驱动型滑坡作为三类分布范围广、危害大的滑坡 (崔鹏等, 2011; 彭建兵等, 2014), 其结构组成、演化过程具有代表性, 研究其启滑机制与启滑判据 (Leroueil, 2001), 对于率先取得滑坡预测预报的重大突破、构建基于演化过程与物理力学机制的滑坡预测预报理论具有典型示范意义.

因此, 重大滑坡启滑的物理机制研究的核心内容包括: (1) 基于孕灾模式、演化过程和主控因素的滑坡启滑分类; (2) 滑带孕育与演化机制; (3) 结构解锁与启滑过程; (4) 静态液化与启滑过程; (5) 动水驱动与启滑过程.

2 科学价值

如何揭示滑坡物理力学过程, 构建启滑力学模型, 实现基于物理过程的预测预报, 是突破重大滑坡预测预报难题的关键所在. 融合新一轮科技革命浪潮催生的现代监测技术和原型试验技术, 立足源头创新, 有望创立基于物理过程的滑坡预测预报理

基金项目: 国家自然科学基金重大项目 (No. 42090050); IPL 国际滑坡研究计划 (No. IPL-230).

作者简介: 唐辉明 (1962—), 男, 教授, 主要从事工程地质、地质灾害预测与防治的科研与教学工作. E-mail: tanghm@cug.edu.cn

引用格式: 唐辉明, 李长冬, 胡伟, 秦四清, 庄建琦, 龚文平, 2022. 重大滑坡启滑的物理机制是什么? 地球科学, 47(10): 3902–3903.

Citation: Tang Huiming, Li Changdong, Hu Wei, Qin Siqing, Zhuang Jianqi, Gong Wenping, 2022. What is the Physical Mechanism of Landslide Initiation? *Earth Science*, 47(10): 3902–3903.

论,从而破解滑坡预测预报核心难题.

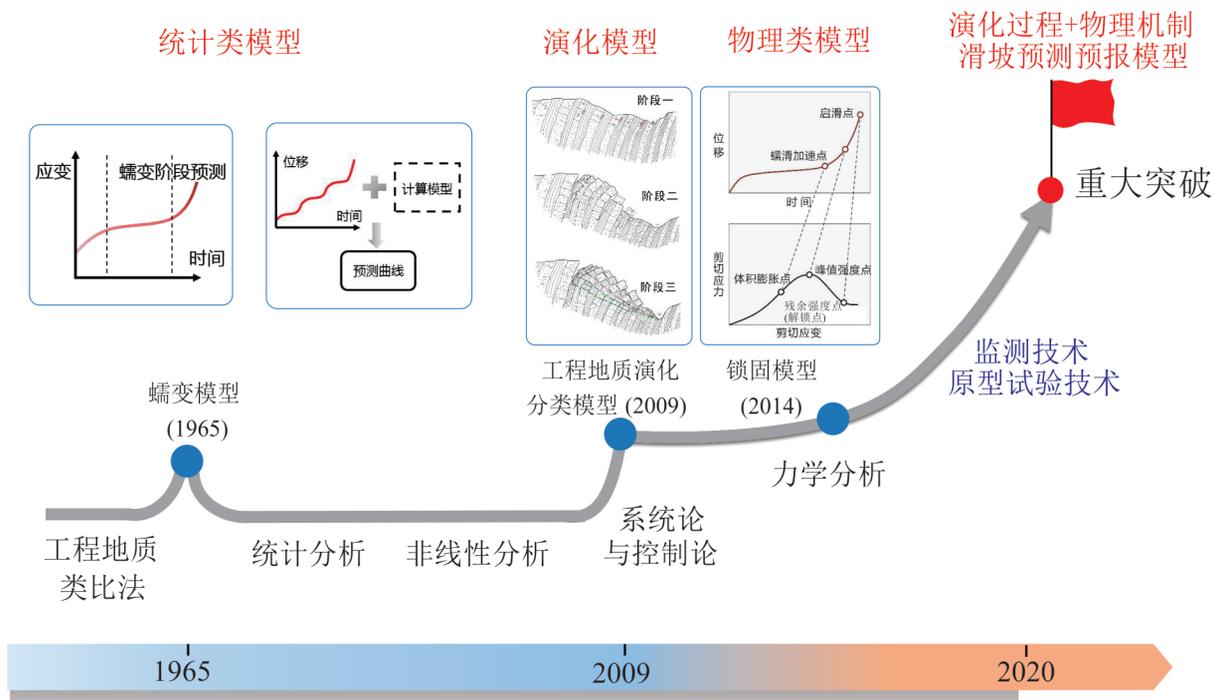


图1 滑坡预测预报方法与模型发展

3 发展应用前景

我国地形地貌多样、地质条件复杂,滑坡地质灾害广泛发育、危害深重,是世界上遭受滑坡灾害损失最严重的国家,每年由滑坡导致的人员伤亡和财产损失均位于世界首位.以重大滑坡启滑物理机制、启滑判据为基础,建立基于物理过程的滑坡预测预报理论,对于聚焦国际科学前沿,突破滑坡预测预报核心难题,减灾防灾,保障国家安全和重大战略规划顺利实施,具有重大的理论意义和广阔的应用前景.

参考文献

Chigira, M., Yokoyama, O., 2005. Weathering Profile of Non-Welded Ignimbrite and the Water Infiltration Behavior within it in Relation to the Generation of Shallow Landslides. *Engineering Geology*, 78(3/4): 187—207. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2004.12.008>
 Furuki, H., Chigira, M., 2019. Structural Features and the

Evolutionary Mechanisms of the Basal Shear Zone of a Rockslide. *Engineering Geology*, 260: 105214. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.105214>
 Hungr, O., Leroueil, S., Picarelli, L., 2014. The Varnes Classification of Landslide Types, an Update. *Landslides*, 11(2): 167—194. <https://doi.org/10.1007/s10346-013-0436-y>
 Leroueil, S., 2001. Natural Slopes and Cuts: Movement and Failure Mechanisms. *Géotechnique*, 51(3): 197—243.
 Saito, M., 1965. Forecasting the Time of Occurrence of a Slope Failure. *Proceedings of 6th International Conference*, 220—227.
 Segalini, A., Valletta, A., Carri, A., 2018. Landslide Time-of-Failure Forecast and Alert Threshold Assessment: A Generalized Criterion. *Engineering Geology*, 245: 72—80. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.08.003>
 崔鹏,何思明,姚令侃,2011.汶川地震山地灾害形成机理与风险控制.北京:科学出版社,2011.
 彭建兵,林鸿州,王启耀,等,2014.黄土地质灾害研究中的关键问题与创新思路. *工程地质学报*, 22(4): 684—691.