

中国科学院成都山地所 2024 年度四川省 科学技术奖候选项目公示内容

一、项目名称：基于形成-演化动力过程的山洪泥石流灾害险情精细
预报预警关键技术

二、提名奖种：技术发明奖

三、提名者：中国科学院成都分院

四、提名意见：

我单位认真阅读了该项目提名书与附件材料，相关栏目与内容均符合 2024 年四川省科学技术奖励提名要求。

该项目聚焦我国西部山区广泛发育、频发发生、危害严重的山洪泥石流灾害风险精准预报预警科技难题与瓶颈，通过持续开展基础理论与关键技术攻坚，基于土体颗粒场理论揭示了山洪泥石流孕育形成演化机理，基于复杂山区空间异质性研发了山洪泥石流易发性多尺度评价与潜在灾害超前判识技术，研建了山洪泥石流形成-运动-成灾全过程多场多介质动力学模型，构建了山洪泥石流灾害风险沟谷-流域-区域多尺度动态评估技术与方法体系，提出了山洪泥石流灾害分级预测与险情精细化预报预警方法，研建了基于成灾单元与动力学模型的山洪泥石流灾害风险模拟与险情精细预报预警系统平台，构建了山洪泥石流风险超前判识-动态评估-精细预报技术体系与系统解决方案。研究成果突破了传统技术方法灾害风险识别准确度低、区域风险预报模糊、灾点地基观测仪器布设困难与预警寿命有限、预报结果可靠性差等短板，开辟了山洪泥石流“模式预报”先河，实现了区域等级预报向灾点过程与险情精准预报的跨越，带动我国山地灾害风险预报预警技术突破，引领我国和世界预报预警技术前沿与发展方向，科学支撑了我国重大灾害减灾实践和国家地方减灾决策。

提名该项目为四川省技术发明奖。

五、项目简介：

四川省山洪泥石流灾害多发、突发、频发，且规模巨大、危害极重，是全国山地灾害最严重的省区之一。近年来，随着强烈地震、工程建设和极端气候扰动不断加剧，山洪泥石流灾害呈现暴发规模大、多动力过程耦合、非线性放大等典型特点，灾害损失与未来风险持续增加，灾害风险防控与防灾减灾形势日益严峻，传统的山洪泥石流灾害预报预警技术难以满足极端扰动下灾害预报预警精细化和精准化的新需求。

本项目聚焦基于形成-演化动力过程的山洪泥石流灾害险情精细预报预警科学难题与技术瓶颈，依托国家自然科学基金重点国际合作研究项目、中国科学院战略性 A 类先导科技专项项目等，通过攻关，突破了极端条件下山洪泥石流灾害形成演化新理论，研发了潜在灾害判识、全动力过程模拟、多尺度风险评估与险情精细动态预报预警等成套关键技术与系统，科学高效支撑了重大灾害应急处置实战和减灾决策，引领了灾害风险预报预警技术进步与发展方向。主要创新成果如下：

(1) 山洪泥石流灾害形成演化理论与潜在灾害判识技术：建立随机土颗粒场理论，构建土体物理参数随机生成模型，确定土体物理参数空间；阐明了横断山区山洪泥石流发育特征与时空分异规律，揭示山洪泥石流形成演化过程与机理；明确了山洪泥石流灾变临界条件，建立了基于成灾机理与复杂山区空间异质性的山洪泥石流易发性多尺度定量评价技术体系与方法，研发了面向成灾过程与演化规律的山洪泥石流灾害判识技术；

(2) 山洪泥石流灾害全动力过程模拟与多尺度风险评估技术；基于灾害的形成与演化机制，构建了山区小流域降雨—植被截留—入渗—山洪泥石流从启动到运动的多物理过程耦合动力学模型，提出了多源异构数据与多物理过程的耦联衔接方法及边界条件处理方法，实

现山洪泥石流全过程精细化模拟；研发基于灾害动力过程的区域-流域-小流域多尺度灾害动态危险性自动识别评估技术；面向西南山地典型承灾体与对象（人口、交通、城镇等），创新提出基于下垫面动态演化的多尺度灾害风险综合评估技术；

(3) 山洪泥石流灾害精细预报方法与险情动态预报预警技术体系：优化了西南山地暴雨天气多尺度精细化预报模型，建立了区域危险性预测和灾害动力过程模拟相结合的山洪泥石流分级预测与精细化险情预报方法；研建了山洪泥石流灾害风险模拟与险情精细预报预警技术与平台，推动系统平台业务化运行水平，实现了精细化预报和多形式多主体多源险情预警，开辟了具有明确潜在损失信息的山洪泥石流灾害风险“模式预报”先河，有效支撑灾害精准预警与精准预防工作，提升服务国家地方防灾减灾能力。

六、主要知识产权和标准规范等目录：

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明专利	一种山地灾害全过程数值模拟与险情预报方法	中国	ZL202111097564.8	2021/12/21	第4862847号	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	崔鹏、邹强、欧阳朝军	有效
发明专利	泥石流灾害险情动态预警方法、精细化分级监测预警方法	中国	ZL201711425578.1	2019/10/29	第3575065	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	崔鹏、严炎、邹强、郭晓军	有效

1	山地灾害/高等教育出版社/崔鹏、邓宏艳、王成华	2018年 173-436 页	2018/11/01	崔鹏	崔鹏	崔鹏、邓宏艳、王成华	18	Web of Science, 谷歌学术	否
2	Regional risk assessment of debris flows in China—An HRU-based approach. /Geomorphology / Qiang Zou, Peng Cui, Jing He, Yu Lei, Shusong Li	2019年 340卷 84-102 页	2019/04/27	邹强 (Qiang Zou)	邹强	邹强、崔鹏、何静、雷雨、李淑松	56	Web of Science, 谷歌学术	否
3	Deep learning for cross-region streamflow and flood forecasting at a global scale/ The Innovation / Binlan Zhang, Chaojun Ouyang, Peng Cui, Qingsong Xu, Dongpo Wang, Fei Zhang, Zhong Li, Linfeng Fan, Marco Lovati, Yanling Liu, Qianqian Zhang	2024年 3卷 1-10 页	2024/03/24	欧阳朝军 (Chaojun Ouyang)	张滨兰	张滨兰、欧阳朝军、崔鹏、徐青松、王东坡、张飞、李中、范林峰、Marco Lovati (洛瓦蒂)、刘彦伶、张茜茜	13	Web of Science, 谷歌学术	是

4	A unified expression for grain size distribution of soils/ GEODERMA / Li Yong, Huang Chengmin, Wang Baoliang, Tian Xiafei, Liu Jingjing	2017 年 288 卷 105-119 页.	2016/11/14	李勇 (Li Yong)	李勇	李勇、黄成敏、王保亮、田霞飞、刘晶晶	36	Web of Science, 谷歌学术	否
5	Debris flow susceptibility based on the connectivity of potential material sources the Dadu River Basin/ Engineering Geology/Xinyue Liang, Yonggang Ge, Lu Zeng, Liqun Lyu, Qingmin Sun, Yuqing Sun, Xi'an Wang	2023 年 312 卷 1-14 页	2022/11/24	葛永刚 (Yonggang Ge)	梁馨月	梁馨月、葛永刚、曾璐、吕立群、孙庆敏、孙聿卿、王喜安	13	Web of Science, 谷歌学术	否

八、主要完成人：崔鹏、邹强、欧阳朝军、葛永刚、李勇、马志刚、陈永仁、崔晓鹏、杨涛、安会聪

九、主要完成单位：中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所，四川省国土空间生态修复与地质灾害防治研究院，四川省气象灾害防御技术中心（四川省生态气象和卫星遥感中心），中国科学院大气物理研究所