

中国科学院成都山地所 2025 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、推荐奖种：科学技术进步奖

三、提名者：中国科学院成都分院

四、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：阐明了复杂山区“水-土-生”耦合作用下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区域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；明确了灾害体与承灾体动力相互作用与致灾机制，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。

项目成果获授权发明专利 23 项（含美国发明专利 2 项），授权的其他知识产权 21 项，编制技术标准 2 项，发表论文 105 篇，出版专著 2 部，成功入选中国科学技术协会 2023 年“科创中国”先导技术榜，获中国地理科学十大研究进展、中国地理信息产业优秀工程金奖，获全国创新争先奖、欧洲地球科学联合会（EGU）Sergey Soloviev 自然灾害研究奖章。

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	一种泥石流全过程数值模拟及数值计算方法	中国	ZL201611146262.4	2019/01/29	第3236985	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	崔鹏、周公旦、邹强	有效
发明专利	Device for Monitoring and Identifying Mountain Torrent and Debris Flow and Method for Early Warning of Disasters	美国	US11,774,612B2	2023/10/03	US011774612B2	Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences	Yu Lei, Chuanzhe ng Liu, Peng Cui, Qiang Zou	有效
发明专利	一种多尺度泥石流危险性评价方法	中国	ZL201910328271.2	2022/03/15	第4999763号	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	邹强、崔鹏	有效
发明专利	一种新的公路泥石流易损度计算方法	中国	ZL201710811198.5	2020/12/22	第4168305号	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	邹强	有效

发明专利	基于山洪泥石流多致灾模式的综合危险性评估方法、系统、设备及存储介质	中国	ZL202411761643.8	2025/02/28	第7765016号	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所,新疆交通规划勘察设计研究院有限公司	雷雨(LEI YU)、刘杰、杨治纬、潘梦宇、何功	有效
发明专利	火烧烈度-高程积分方法及火后泥石流易发性评估方法	中国	ZL202310366223.9	2023/06/23	第6084479号	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	杨练兵、葛永刚、曾璐、阮合春	有效
发明专利	一种特大規模冰川泥石流预警方法	中国	ZL202210275911.X	2022/06/21	第5245661号	四川省公路规划勘察设计研究院有限公司,中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	贾洋、李升甫、刘道川、刘长风、葛永刚、余强、陈华勇、杨洪、李鹏、苏风环、杨天宇、张建强、王毅、南轲、汪致恒、李艳玲	有效
团体标准	突发地质灾害应急预案编制指南(试行)	中国	T/CAGHP 101—2025	2025/09/30	中国地质灾害防治与生态修复协会	四川省国土空间生态修复与地质灾害防治研究院、应急	马志刚、刘振宇、许强、陈凯、胡杰、梁楠、许	有效

					管理部国家自然灾害防治研究院、广西壮族自治区地质环境监测站、成都理工大学、北京市地质灾害防治研究所、中国安全生产科学研究院、江苏省地质调查研究院、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、中国地质调查局军民融合地质调查中心	冲、南 赟、汤明 高、唐得 胜、曹 颖、 李岩、秦 宏楠、蒋 波、杨秀 元、肖智 林、金圣 杰、何 娜、王 巍、马海 涛、喻永 祥、朱继 良、罗永 红、甘 伟、梁 聪、党永 辉、王亚 山、蒲川 豪		
地方标准	四川省地质灾害专群结合监测预警技术规范	中国	DB51/T 3302—2025	2025/9/1 5	四川省市场监督管理局	四川省国土空间生态修复与地质灾害防治研究院、成都理工大学、四川省华地建设工程有	马志刚、 梁东波、 何龙江、 陈友斌、 梁明、张 群、何朝 阳、肖 洋、孟 睿、覃 亮、黄	有效

						有限责任公司、四川省第七地质大队、南充市地质环境监测站、乐山市地质环境监测站	刚、文敏、娜子布林、邹鑫、陈金业、孙鸿志、郝红兵、蒙明辉、张青云、刘世康	
--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------	--

七、论文专著目录：

序号	论文（专著） 名称/刊名 /作者	年卷页 码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时 间（年 月日）	通讯作 者（含 共同）	第一作 者（含 共同）	国内作 者	他 引 总 次 数	检 索 数 据 库	论 文 署 名 单 位 是 否 包 含 国 外 单 位
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	2018/1 1/01		崔鹏	崔鹏、 邓宏艳、王成华	13	Web of Scie nce	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	2019/0 4/27	邹强 (Qian g Zou)	邹强	邹强、 崔鹏、 何静、 李淑松	60	Web of Scie nce	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	2024 年 3 卷 1-10 页	2024/0 3/24	欧阳朝 军 (Chao jun Ouyan g)	张滨兰	张 滨 兰、 欧 阳 军、 崔 鹏、 徐 青 松、 王 东 坡、 张 飞、 李 中、 范 林 峰、 刘 彦	40	Web of Scie nce	是

	Lovati, Yanling Liu, Qianqian Zhang					伶、张 茜茜			
4	Vulnerability assessment for buildings exposed to torrential hazards at Sichuan-Tibet transportation corridor/ Engineering Geology/ Yu Lei, Haihua Gu, Peng Cui	2022 年 308 卷 1-11 页	2022/8 /1	顾海华 (Haihua Gu)	LEI YU (雷雨)	顾海华、崔鹏	18	Web of Science	否
5	Debris flow susceptibility based on the connectivity of potential material sources in 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	2022/1 1/24	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	36	Web of Science	否

八、主要完成人：崔鹏、邹强、欧阳朝军、葛永刚、马志刚、
LEI YU(雷雨)、陈永仁、贾洋、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，中国科学院地理科学与资源研究所，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），四川省公路规划勘察设计研究院有限公司