

中国岩石力学与工程学会自然科学奖

公示内容

一、项目基本情况

项目名称	边坡界面灾变多元感知与智能预警关键技术及应用
主要完成人	朱鸿鹄、施斌、程刚、谭道远、田坤、李长明
主要完成单位	1. 南京大学;2. 中国地质调查局探矿工艺研究所;3. 长江勘测规划设计研究有限责任公司
申报等级	技术发明奖一等奖
提名单位	中国岩石力学与工程学会地质与岩土工程智能监测分会

二、项目简介

21世纪以来，滑坡灾害已成为全球性重大地质安全威胁。全球变暖导致极端降雨事件频发，使得大量原本稳定的边坡逐渐进入失稳临界状态。同时，水库周期性蓄泄、交通线路削坡及大规模矿产资源开发等工程活动，进一步增加了边坡失稳的风险。边坡界面是灾害孕育与触发的关键部位，其多场耦合效应控制着灾变演化路径。本项目围绕边坡界面灾变多元感知与智能预警关键技术展开系统研究，基于理论建模、数值模拟、室内测试、现场监测与工程验证，发明边坡界面多元信息的光纤感知神经，研发边坡界面精细化实时监测技术，提出边坡界面多场耦合与灾变演化的预测预报方法，推动滑坡防控从经验判断向技术驱动的模式转变。取得了以下重要技术发明。 (1) 发明了边坡界面多元信息的光纤感知神经，实现了界面温度、渗流、应力和变形场演化过程的同步解析，揭示了复杂应力状态下关键界面的应变传递效率及耦合状态参数的变化规律； (2) 发明了边坡界面多源多场一体化监测预警系统，研发了光纤传感器标定与耦合性测试装置厘清了滑动界面应变-温度-水分动力学互馈关系，揭示了界面应力的非线性时空展布特征； (3) 提出了边坡界面多场耦合与灾变演化的预测预报方法，揭示了界面的损伤扩展效应贯通渗流优势路径、诱导滑动界面剪切刚度非线性衰减的本质，建立了基于界面应变状态的边坡灾变多因子判别准则。 上述成果为边坡界面灾变机理阐释与多物理场耦合感知提供了理论依据，实现了“传感器-系统-方法”全链条创新，支撑地质灾害防控技术体系升级与重大工程安全保障。成果被国际同行广泛引用（共386次，单篇最高112次）；2篇论文被AGU旗下Eos会刊作为亮点报道。研究成果获美国工程院及英国皇家工程院K. Soga院士，澳大利亚科学院及工程院、英国皇家学会S. Sloan院士，中国科学院彭建兵院士，中国工程院殷跃平院士等知名学者的正面评价，产生广泛的学术影响。成果编入《工程地质学》和《地下工程测试技术》教材，被众多高校采用。主编地方标准《地质钻孔光纤多参量监测实施技术规范》被评为2022年度江苏省优秀地方标准。成果被国务院三峡办采纳，并应用于长江三峡库区边坡、及意大利多洛米蒂边坡治理等20余项重大工程，对推动我国地质灾害监测预警学科发展、提升边坡工程防灾减灾能力做出了重要贡献。据不完全统计，2021-2022年研发技术及其衍生产品直接销售收入已达1.5亿元，新增利润超1500万元，节约地质灾害监测、防治与治理修复费用5倍，产生了显著的社会和经济效益。主要完成人中1人获国家杰青基金，1人获海外优青基金，1人获全国创新争先奖，1人获钱七虎奖。项目团队创建中国岩石力学与工程学会地质与岩土工程智能监测分会、国际地质灾害与减灾协会岩土风险评价与防御技术委员会。
--

三、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	基于神经网络瞬态变温光纤光栅的土体含水率原位监测方法	中国	ZL202111610089.X	2024年3月19日	证书号第6799113号	南京大学	朱鸿鹄，李杰，刘喜凤，吴冰，王家琛，施斌
2	发明专利	一种基于光纤光栅的土壤基力监测装置及方法	中国	ZL 202110248531.2	2022年2月22日	证书号第4951286号	南京大学	李杰，朱鸿鹄，王家琛，程刚，刘喜凤，刘天翔，刘威
3	发明专利	一种基于分布式光纤感测的力和位移测量方法及传感器	中国	ZL201611196028.2	2023年1月6日	证书号第5682666号	南京大学	朱鸿鹄，王德洋，施斌，李飞，许星宇，朱泳，董文文
4	发明专利	土体变形分布式光纤监测标定与试验方法及其装置	中国	ZL 2016 1 0382460.4	2018年4月17日	证书号第2888219号	南京大学	朱鸿鹄，张诚成，施斌，李飞，许星宇，董文文，王德洋，朱泳
5	发明专利	一种传感光缆与土体变形耦合性测试装置	中国	ZL201711431938.9	2020年7月3日	证书号第3872174号	南京大学	施斌，刘苏平，顾凯，张诚成，魏广庆，闫继送，郑兴，刘春，张磊，朱鸿鹄，张丹，吴静红，唐朝生
6	软件著作权	基于分布式光纤监测的边坡可视化系统	中国	2016SR331547	2016年11月15日	软著登字第1510184号	南京大学	朱鸿鹄，施斌，张巍，程刚
7	标准	地质钻孔光纤多参	中国	DB32/T 4403-2022	2022年12月24	江苏省市场监	江苏省地质调查研	施斌，朱锦旗，于

		量监测实施技术规范			日	督管理局	究院、南京大学、苏州南智传感科技有限公司	军，卢毅，魏广庆等
8	发明专利	一种基于全光纤传感网络的边坡稳定性监测和滑坡预警预报方法	中国	ZL 2016 1039644.7	2020年3月27日	证书号第3731024号	南京大学	朱鸿鹄，董文文，施斌，张诚成，陈冬冬，程刚
9	软件著作权	基于贝叶斯优化随机森林的滑坡多源变形预测软件	中国	2020SR1897080	2020年12月25日	软著登字第6702209号	南京大学	朱鸿鹄，施斌，张巍，程刚
10	软件著作权	基于增强卡尔曼滤波的滑坡多源变形预测软件	中国	2020SR1897081	2020年12月25日	软著登字第6702210号	南京大学	朱鸿鹄，施斌，张巍，程刚

四、代表性论文（专著）目录

	论文（专著）名称	刊名	作者
1	Subsurface Multi-Physical Monitoring of a Reservoir Landslide with the Fiber-Optic Nerve System	Geophysical Research Letters	叶霄，朱鸿鹄，王佳，张勤，施斌，L. Schenato, A. Pasuto
2	Toward Distributed Fiber - Optic Sensing of Subsurface Deformation: A Theoretical Quantification of Ground - Borehole - Cable Interaction	Journal of Geophysical Research: Solid Earth	张诚成，施斌，朱鸿鹄，王宝军，魏广庆
3	Field Pullout Testing and Performance Evaluation of GFRP Soil Nails	Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering	朱鸿鹄，殷建华，A.T. Yeung, W. Jin
4	A kinematic method for calculating shear displacements of landslides using distributed fiber optic strain measurements	Engineering Geology	张诚成，朱鸿鹄，刘苏平，施斌，张丹
5	Stability analysis of an ancient landslide considering shear strength reduction behavior of slip zone soil	Landslides	Xiao-ping Chen, Hong-hu Zhu, Jing-wu Huang, Dong Liu
6	Feasibility study of strain based stability evaluation of locally loaded slopes: insights from physical and numerical modeling	Engineering Geology	Hong-Hu Zhu, Zheng-Yu Wang, Bin Shi, John Kam-Wing Wong
7	基于空天地内一体化的滑坡监测技术研究	激光与光电子学进展	徐靓，程刚，朱鸿鹄
8	基于数据挖掘的三峡库区特大滑坡变形关联规则研究	工程地质学报	朱鸿鹄，王佳，李厚芝，叶霄，施斌，张勤

9	考虑时滞效应的库区滑坡位移预测——以新铺滑坡为例	工程地质学报	王佳, 朱鸿鹄, 叶霄, 李厚芝, 张巍, 程刚
10	基于光纤监测的边坡应变场可视化系统研究	岩土工程学报	许星宇, 朱鸿鹄*, 张巍, 张诚成, 施斌
11	基于分布式光纤应变感测的边坡模型试验研究	岩石力学与工程学报	朱鸿鹄, 施斌, 严珺凡, 陈城, 李煜, 王静, 张洁
12	基于光纤传感技术的边坡监测系统的应用	兰州大学学报 (自然科学版)	殷建华, 崔鹏, 裴华富, 朱鸿鹄, 陈晓清, 徐东升, 洪成雨
13	三峡库区大坡滑坡成因机制分析及稳定性评价	科学技术与工程	李厚芝, 叶霄, 朱鸿鹄, 李长明
14	土钉横向抗剪效应对边坡稳定性的影响	工程地质学报	田坤, 朱鸿鹄, 张诚成
15	GPS与水准测量相结合在景阳滑坡监测中的应用	人民长江	田坤, 陈铤, 宋华山, 夏威夷