

2025年度福建省科学技术奖

提名项目公示内容

高校（盖章）：福建理工大学

项目名称：地下工程围岩垮塌灾变防控机制与数字监管、智能决策成套技术

提名奖种：福建省科学技术进步奖

提名专家：臧万军 福建理工大学 教授 城市地下空间工程

赖汉江 福州大学 教授 岩土工程

项目简介：

福建省作为东南沿海经济强省，其地下工程建设在区域一体化发展、国防安全保障、自然资源开发及城市空间优化等方面具有不可替代的战略地位。受地形条件限制，省内山地丘陵面积占比超过 80%，大量隧道工程需穿越节理发育的复杂岩体区域。围岩稳定性作为节理岩体隧道建设“老大难”问题仍未确切解决，开挖极易诱发围岩结构性失稳，如渐进式垮塌、巨石垮落等；究其根本在于岩体地质结构信息获取不准、块体渐进垮塌灾变防控机制不清、全时域监测预警与安全数字管控技术匮乏等瓶颈。

针对上述难题，以岩体结构精细捕捉为核心突破点，研发了隧道激光 AI 视频岩体结构采集机器人与块体解构统一分级方法，阐明了隧道块系岩体结构渐进垮塌灾变演化机理，形成了块体结构渐进式锚固设计与塌缺协同修复技术体系、配套产品，开发了隧道专用“监测预警平台”“智

能设计平台”“安全管控平台”，形成了地下工程围岩垮塌灾变防控机制与数字化管控关键技术。主要创新如下：

(1) 研发了隧道激光 AI 视频岩体表观结构采集机器人，实现了全场景高清 AR 数字影像可视化溯源与岩体结构信息数据库构建，提出了岩体块系结构多维解重构与块体度等级划分方法；建立了赋存不同尺寸节理与块系结构的多尺度 DFN-DEM 等效岩体建模方法，实现了隧道不等级块系岩体的力学特性等效与节理网络模型的自适应仿真重构。

(2) 揭示局部关键块体失稳下连锁块体群的渐进式垮塌灾变机理；阐明了隧道块系结构-锚杆耦合作用效应与靶向锚固机制，提出了基于块体系统鲁棒锁固域的锚固优化设计准则与渐进式锚杆支护设计方法；研发了隧道用磁化增强高性能喷射混凝土材料，形成了隧道网喷成壳-注浆充填-靶向锚固的塌缺围岩体协同支护技术体系。

(3) 研制了隧道专用激光 AI 面域监测装备，实现了围岩高频、高密度全空间全时域监测；融合 AI 识别、视觉定位等多模态感知技术，构建了“隧道结构控制型失稳监测预警平台”；开发了自动数值建模-参数动态反演-方案智能决策的“地下工程智能支护设计平台”；研发了集即时感知-科学决策-主动服务-智能监管的“隧道施工全过程安全管控与智能决策系统”，为隧道施工全过程临灾预警、风险规避、远程管控提供了数字一体化平台。

项目成果在数十座高风险隧道与地下工程建设中推广应用，为隧道施工围岩垮塌失稳临灾判识与主动防控提供了切实指导。

主要完成单位：福建理工大学、福建汇川物联网技术科技股份有限公司、

山东科技大学、福州大学、福建省永正工程质量检测有限公司、中铁二十局集团第六工程有限公司

主要完成人及其贡献:

序号	姓名	工作单位	主要贡献
1	贺鹏	山东科技大学	项目技术负责,对发明创新点 1、2、3 有贡献,提出了块系结构多尺度等效建模方法,阐明了隧道块系岩体结构垮塌灾变演化机理,形成了塌缺围岩协同修复技术体系,开发了“智能设计平台”“安全管控平台”。
2	王刚	福建理工大学	对发明创新点 2、3 有贡献,揭示了块体群的渐进式垮塌灾变机理,阐明了隧道块系结构-锚杆耦合作用效应与靶向锚固机制,共同提出了渐进式锚杆支护设计方法,共同研发了隧道安全管控平台。
3	林文	福建汇川物联网技术科技股份有限公司	对发明创新点 1、3 有贡献,共同研发了隧道激光 AI 视频岩体表面结构采集机器人,开发了隧道专用激光 AI 视频监测技术,实现了围岩全空间全时域监测。
4	张超	福州大学	对发明创新点 2 有贡献,共同研发了隧道专用磁化增强高性能喷射混凝土材料,形成了塌缺围岩体协同支护技术体系。
5	张晖	福建汇川物联网技术科技股份有限公司	对发明创新点 1、3 有贡献,共同开发并优化了隧道激光 AI 视频岩体表面结构采集算法,优化了围岩全空间全时域监测预警算法。
6	林恒	福建汇川物联网技术科技股份有限公司	对发明创新点 1、3 有贡献,共同研发并优化了隧道激光 AI 视频岩体表面结构采集装备与围岩位移监测技术,实现了围岩全空间全时域监测。
7	尤志嘉	福建理工大学	对发明创新点 2 有贡献,共同研发了隧道增强高性能喷射混凝土材料,提出了锚注支护优化设计方法,共同形成了塌缺围岩体协同支护技术体系。
8	许华聪	福建省永正工程质量检测有限公司	对发明创新点 3 有贡献,协同测试并验证了围岩复合支护技术体系,优化了现场全时域监测布设方案,并进行了现场推广应用。
9	古刚	中铁二十局集团第六工程有限公司	对发明创新点 2 有贡献,参与完成了塌缺围岩体协同支护技术体系,基于渐进式锚杆支护设计方法优化了初支施工工艺,进行了现场验证与调参。

10	张鑫	福建汇川物联网技术科技股份有限公司	对发明创新点 3 有贡献，协同优化了隧道激光 AI 视频岩体表面结构采集算法，协同优化了围岩全空间全时域监测预警算法并进行了现场测试。
----	----	-------------------	---

主要知识产权目录:

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)	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	一种基于视频监控 测量仪和测斜终端 的监测方法及系统	中国	ZL2018 1117255 2.5	福建汇川物联 网技术科技股 份有限公司	郑文;林文	有效
发明专利	一种基于随钻超声 的隧道掌子面围岩 等级预测方法及系 统	中国	ZL2024 1183293 0.3	山东科技大学; 福建理工大学; 福建汇川物联 网技术科技股 份有限公司	贺鹏;李文彤; 王刚;郑文;林 文忠;陈晨;陈 军浩;郑程程	有效
发明专利	一种锚注坝加固冲 沟的方法	中国	ZL2023 1084445 3.1	福建理工大学	尤志嘉;王刚; 刘紫薇	有效
发明专利	一种视觉标定方 法、装置、电子设 备及存储介质	中国	ZI20211 1111362 .4	福建汇川物联 网技术科技股 份有限公司	郑文;林恒;张 翔	有效
发明专利	一种多模态单极变 径磁化水装置及其 使用方法	中国	ZL2025 1005748 5.6	山东科技大学; 福建理工大学	贺鹏;王兰天; 郑文;王刚;陈 军浩;郑程程; 范克睿;陈晨	有效
发明专利	基于图像的三维建 模方法、装置、电 子设备及存储介质	中国	ZL2021 1050835 3.2	福建汇川物联 网技术科技股 份有限公司	郑文;林恒;张 翔	有效
发明专利	激光光斑落点标 记、空间测量方法 及测量系统	中国	ZL2021 1000518 4.0	福建汇川物联 网技术科技股 份有限公司	郑文;林恒;张 翔	有效
发明专利	一种用于曲线纤维 试样成型装置的精 确定位方法	中国	ZL2022 1053564 4.5	福州大学	张超;华佳妮; 赖志超;余印 根;黄伟;林志 滔;杨祖涵	有效

发明专利	制作可测试不同锚固角节理面剪切强度试件的装置及方法	中国	ZL2017 1110672 2.5	山东科技大学; 福建理工大学	王刚;马明;张振松;张贤达; 张书博;连莲	有效
发明专利	一种用于激光器的成像装置	中国	ZL2020 1030289 9.8	福建汇川物联网技术科技股份有限公司	郑文;孙小燕; 林文	有效

代表性论文专著目录:

代表性论文、专著情况

刊名	论文、专著名称	影响因子	年卷页码	发表时间	SCI、EI收录情况	他引次数	作者：排序/姓名
International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences	Experimental and numerical study on the shear behaviour of standard JRC double-joint rock masses	7.5	Volume 183, November 2024, 1059-30	2024年11月	SCI	19	通讯作者: 1/Wang, Changsheng 第一作者: 1/Wang, Gang 作者: 2/Liu, Tingfang 作者: 3/Wang, Changsheng 作者: 4/Jiang, Yujing 作者: 5/Wu, Xuezheng 作者: 6/Zhang, Houquan 作者: 7/Kong, Biao 作者: 8/Zheng, Chengcheng 作者: 9/Zhang, Ye qiang
Tunnelling and Underground Space Technology	Research on the multi-scale DFN-DEM equivalent modelling method for jointed rock masses and the collapse law of block structures	7.4	Volume 157, March 2025, 1063-16	2025年3月	SCI	14	通讯作者: 1/Shi, Shaoshuai 第一作者: 1/He, Peng 作者: 2/Yan, Zhiqiang 作者: 3/Wang, Gang 作者: 4/Shi, Shaoshuai 作者: 5/Zheng, Chengcheng

Rock Mechanics and Rock Engineering	Effects of Joint Roughness, Shear Rate, and Normal Stress on Shear Behavior and Acoustic Emission Characteristics in Two Parallel Coplanar Intermittently Jointed Rock: An Experimental Study	6.6	Volume 56, pages 1289–1303, (2023)	2023年2月	SCI	44	通讯作者: 1/Wang, Gang 第一作者: 1/Zhu, Yinge 作者: 2/Wang, Gang 作者: 3/Li, Anqi 作者: 4/Chen, Huiyuan 作者: 5/Liu, Tingfang 作者: 6/Guan, Hui
Rock Mechanics and Rock Engineering	An Approach to Rapidly Evaluating Rock Mass Quality in Underground Engineering Based on Multi-source Heterogeneous Data	6.6	Volume 58, pages 1295–1325, (2025)	2025年1月	SCI	5	通讯作者: 1/Jiang, Feng 第一作者: 1/He Peng 作者: 2/Chen, Yan 作者: 3/Jiang, Feng 作者: 4/Wang, Gang 作者: 5/jiang, Yujing
岩石力学与工程学报	隧道裂隙岩体结构信息解译与危石垮塌空间展布规律研究	5.764	2022, 41 (03): 515-532	2022年3月	EI	22	通讯作者: 1/贺鹏 第一作者: 1/郑程程 作者: 2/贺鹏 作者: 3/王刚 作者: 4/孙尚渠 作者: 5/王洪波 作者: 6/徐锋 作者: 7/姜枫

其他支撑材料目录

序号	证明材料类型	证明材料名称	证明材料提供单位
1	其他相关资料	其他论文及他引检索报告	福建理工大学、福州大学、山东科技大学等项目主要完成单位
2	其他相关资料	其他主要知识产权目录	福建理工大学、福建汇川物联网技术科技股份有限公司、山东科技大学等项目主要完成单位

3	其他相关资料	合作关系证明	各项目完成单位
4	其他相关资料	应用证明	完成单位与应用单位

