2022年度福建省科学技术奖

提名项目（候选人）公示内容

高校（盖章）：三明学院

1号项目

一、项目名称：松散破碎围岩隧道施工大变形控制关键技术及应用

二、提名奖种：2022年度福建省科学技术进步奖

三、提名单位：福建省教育厅

四、项目简介：

随着我国“脱贫攻坚战取得了全面胜利”和“实施乡村振兴战略”，交通基础设施建设迈入高质量发展新阶段，复杂艰险山区的隧道施工，不可避免地穿越极软岩、全风化岩以及节理裂隙发育、自稳能力差的IV~V级围岩等松散破碎围岩，传统的围岩注浆改良、保护性开挖、大变形预测和让压支护等“抗”、“控”、“让”隧道施工技术面临新挑战。围岩大变形控制是保障隧道施工质量和安全的重要措施，目前的方法对极软岩变形防护控制、钻爆施工参数精准确定、高地应力破碎围岩大变形预测和让压支护介入时机把控不足，迫切需要研发松散破碎围岩隧道施工大变形控制新技术、新工艺、新材料和新设备。

本项目围绕松散破碎围岩隧道施工大变形控制等国家重大需求和福建省创建交通强国先行区的地方需求，在省科技项目支持下，联合企业共同研发关键技术，以松散破碎围岩隧道施工大变形的“抗”、“控”、“让”为主导，结合理论分析、室内试验、数值模拟和现场实践，系统建立松散破碎围岩隧道施工大变形控制创新技术，实现其大量工程推广应用，取得如下创新成果：

创新成果1：研发松散破碎围岩全断面边界超前管棚低风险施工技术和快速加固材料。针对超前管棚预加固、快速注浆和喷射混凝土初衬“防护难”问题，

研发了全断面边界超前管棚低风险施工技术及多固废协同的注浆新材料和速凝剂，实现对松散破碎围岩施工变形的精准掌控。

创新成果 2：研发极软岩和螺旋隧道爆破施工变形控制新工艺。针对极软岩和螺旋隧道钻爆施工超欠挖和围岩变形“控制难”问题，研发测试早龄期胶结面强度的新设备，发明了极软岩深孔掏槽周边隔眼气柱装药缓冲爆破新技术，实现了对极软弱围岩和螺旋隧道超欠挖和大变形的有效控制。

创新成果 3：研发高地应力破碎围岩隧道大变形预测和让压支护技术。针对高地应力破碎围岩隧道大变形预测和“让压难”问题，开发松动圈快速量化计算模型和大变形预测系统，揭示让压支护力学机理，明确让压支护精准介入时机，研发环向让压支护新方法，实现对高地应力破碎围岩隧道大变形预测和控制介入时机的精准把控。

创新成果 4：集成开发松散破碎围岩变形控制关键技术体系。为解决破碎围岩隧道变形控制关键技术推广“应用难”问题，从“抗”、“控”、“让”三方面进行综合集成，研发了配套模型试验系统，重构松散破碎围岩大变形让压支护体系，通过模拟试验和工程实践，实现松散破碎围岩隧道施工大变形控制技术的广泛应用。

项目组完成省级重点项目和联合开发项目 3 项，获授权国家发明专利 6 件、实用新型专利 10 件、软件著作权 2 项，发表相关学术论文 23 篇。经专家组评价，成果整体上达到国际先进水平。

五、主要完成单位：

三明学院、中铁十八局集团有限公司、中铁十八局集团第二工程有限公司、福建德耀建设有限公司、西南交通大学、福建省闽西交通工程有限公司、三明莆炎高速公路有限责任公司

六、主要完成人及其贡献：

- (1) 刘纪峰（三明学院），项目负责人；
- (2) 赵伟（中铁十八局），让压支护理论和关键技术；
- (3) 肖清华（西南交大），理论研究和专利工作；
- (4) 张馨（中铁十八局），成果推广应用和知识产权工作；
- (5) 李勇（十八局二公司），成果推广应用；
- (6) 付晓强（三明学院），试验测试和专利工作；
- (7) 兰升元（莆炎高速），成果推广应用；
- (8) 黄凌君（三明学院），试验测试；
- (9) 宁赋岩（十八局二公司），成果推广应用；
- (10) 林性杰（德耀建设），技术推广和数据采集。

七、主要知识产权及代表性论文专著等支撑材料目录：

知识产权类别	授权专利名称	授权号	国（区）别	权利人	发明人
发明专利	一种利用净水剂废渣制造速凝剂的生产工艺	ZL201910314545.2	中国	三明学院	刘纪峰；张会芝；连跃宗
发明专利	一种立井井壁梁窝安全高效爆破施工方法	ZL201910452732.7	中国	三明学院	付晓强，张会芝，杨悦，刘幸，张仁巍，曾武华
发明专利	测试早龄期喷砼与岩石胶结面剪切强度的装置及测试方法	ZL201610752287.2	中国	西南交通大学	肖清华；刘建国；田少敏；黄训洪；孙振坤；雷升祥

软件著作权	破碎围岩隧道松动圈厚度计算管理系统	2022SRE002068	中国	三明学院；福建省闽西交通工程有限公司；中铁十八局集团有限公司	刘纪峰, 赵伟, 宋宇, 张馨
发明专利	一种极软弱围岩隧道全断面边界超前管棚低风险施工方法	ZL201910823099.8	中国	中铁十八局集团有限公司	张馨, 赵志涛, 梁晓峰, 李国勇
发明专利	一种螺旋隧道爆破钻孔施工实现方法	ZL202010246380.2	中国	西南交通大学	肖清华; 丁猛; 于建游; 马印怀; 李长丽; 熊强; 韩翔宇; 袁文; 朱洪江; 何亚涛; 邱泽民; 吴东宇; 李聪明
软件著作权	暗挖隧道地层沉降快速预测系统	2022SRE0011826	中国	福建德耀建设有限公司; 三明学院; 中铁十八局集团有限公司	林叔杰; 刘纪峰; 赵伟; 张馨
发明专利	一种隧道极软岩深孔掏槽周边隔眼气柱装药缓冲爆破方法	ZL201911212255.3	中国	中铁十八局集团有限公司	张馨, 刘飞香
实用新型	一种大变形隧道围岩让压支护体系	ZL201921690178.8	中国	三明学院	张会芝; 刘纪峰; 李勇; 宁赋岩; 陈孝国; 杨悦; 黄凌君

实用新型	一种隧道开挖和支护的模拟试验装置	ZL2019216357 20. X	中国	三明学院	张会芝; 刘纪峰; 李勇; 宁赋岩; 陈孝国; 杨悦; 黄凌君
------	------------------	-----------------------	----	------	---------------------------------

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
铁道科学与工程学报	基于 TQWT 能量选择算法隧道爆破信号特征提取分析	1.054	2020,17(02):405-412	2020.02	EI 收录	7	付晓强,刘纪峰,崔秀琴,张会芝,张世平,雷振
铁道标准设计	新型速凝剂水化机理及工程特性试验研究	1.445	2019,63(10):142-147	2019.10	无	4	赵伟, 雷升祥, 肖清华, 刘纪峰
Frattura ed Integrità Strutturale	A new method for testing the interfacial shear properties between rock and early-aged shotcrete	1.188	2019, (48) : 161-17	2019.04	SCI 收录	9	刘建国, 周晓军, 赵伟, 申玉生, 肖清华
隧道建设(中英文)	让压预应力锚索在软岩隧道大变形控制中的作用机制研究	1.903	2019, 39(7):1110-1117	2019年7月	无	11	赵伟, 雷升祥, 肖清华, 刘纪峰, 陈桥枫
岩土力学	软岩隧道大变形环向让压支护机制研究	2.585	2020, 41(3):1039-1047	2020年3月	EI 收录	27	雷升祥, 赵伟

八、推广应用情况

该成果从理论上系统性揭示松散围岩隧道大变形让压支护的力学机制，阐明了让压支护的原理，从实践上系统性解决了松散围岩隧道施工大变形预控难题，整体上达到国际先进水平，经中铁十八局集团在莆炎高速、兴泉铁路、拉林铁路等项目应用，新增产值超数十亿元，取得了显著的经济和社会效益，具有极大的推广应用前景。