

# 青岛市科学技术奖提名公示内容-科技进步奖

## (2022 年度)

### 一、项目名称

地下工程岩体灾害精准预警与安全控制关键技术研究及应用

### 二、推荐单位（专家）及推荐意见

推荐单位：山东科技大学

推荐意见：

城市地下空间开发有助于城市可持续发展和人民宜居环境建设。项目针对城市地下工程岩体灾害预警及安全控制“卡脖子”技术瓶颈，特别是地下工程岩体灾害源精确辨识及防控、地下工程岩体安全稳定控制等科学难题，山东科技大学、青岛理工大学、中南大学等科研单位围绕地下工程岩体灾害形成机理和安全控制两大核心难题进行了系统研究与实践，实现了地下岩层变形的科学预测、典型岩体灾害源精确辨识和岩体灾害安全管控等理论创新与技术突破，取得了岩层变形破坏分析理论与预测方法、灾害预测与安全控制装备、地下工程岩体灾害精准防控关键技术以及智能化安全管控体系等 4 项创新性成果。研究成果在中铁二十局集团有限公司、中铁十九局集团第五工程有限公司、青岛地铁集团有限公司、中国建筑港集团有限公司等单位得到推广应用，累计保证 4 万余米地下隧(巷)道稳定，取得显著的经济、社会效益；同时，实现了研发产品产业化，并在行业内得到广泛应用，显著提升了地下工程岩体灾害预警和安全控制水平。

项目研究成果经彭苏萍院士、冯夏庭院士等鉴定达到国际领先水平，成功应用于多起地下工程灾害救援工作，创造了国内首例大口径钻孔精准定位救援成功案例；提交的资源安全开采建议受到时任国务院总理温家宝同志批示；项目组成成功获批山东省科研创新团队。

本单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。按照要求，确认完成人、完成单位排序无异议。

### 三、推荐等级

青岛市科技进步奖 一等奖

### 四、项目简介

“建设新时代社会主义现代化国际大都市”是青岛市当下发展总目标，其中“六个城市”建设面临着城市空间拓展不足、人地矛盾紧张的问题。21 世纪是人类开发利用地下空间的世纪，向地下要空间成为趋势，但城市地下空间交通工程、

人防工程、海岸工程、近海岸海底空间开发利用工程等施工过程中易诱发地表塌陷、岩爆、围压大变形等地质灾害。因此，实现地下工程安全稳定控制与开发利用，增加城市建设空间，从根本上缓解人口规模的增长与城市地面空间资源相对短缺之间的矛盾，对青岛城市可持续发展具有重要意义，符合人民对美好环境的诉求。

在国家重点研发计划、国家科技支撑计划、国家自然科学基金等项目支持下，百余名科研人员以“产-学-研-用”模式，历经十年科研攻关与工程实践，在地下工程岩体变形破坏理论与预测方法、岩体灾害预控装备、灾害精准控制等方面取得了多项创新性成果，形成了地下工程岩体灾害智能预警与精准控制关键技术和装备体系，有效促进地下工程安全保障从“被动应付型”向“主动保障型”的转变。重点突破的关键技术包括：

(1) 建立了基于真实开采扰动路径加载的岩体疲劳本构力学模型，首次提出了基于应力梯度理论的围岩结构应力梯度求解判据，构建了地下开挖空间的“双拱”力学模型，实现了地下岩层变形演化过程的科学化预测。

(2) 创新研制了系列岩石力学设备，实现大尺度试件“准静态”、“工程扰动+准静态”加载伺服控制，揭示了地下岩体工程扰动作用下岩体破坏力学效应；创新研发了无需预先测速实现震源主动定位的“微地震+采动应力+双孔窥视”地下工程岩体灾害监测系统，实现了地下工程岩体灾害源精确辨识。

(3) 提出了地下工程岩体灾变事故动力源时空演化规律及定量预测模型；研发了成套地下岩体吸能防冲支护装备和“亲泥性”注浆材料，提出以实现能量均匀化为目标的地下工程岩体灾害评价指标体系。

(4) 创新提出以全生命周期安全为核心控制目标的灾变管控模式，研发了基于统一时空服务的三维空间大数据地下工程岩体灾害智能管控平台。

项目先后经彭苏萍院士、冯夏庭院士等为主任委员的专家委员会鉴定，整体达到国际先进水平，核心技术达到国际领先水平。研究成果在中铁二十局集团有限公司、中铁十九局集团第五工程有限公司、青岛地铁集团有限公司、中国建筑港集团有限公司等单位得到推广应用，取得显著的经济、社会效益；同时，实现了研发产品产业化，助力于地下工程安全稳定控制。项目授权发明专利 28 项、软件著作权 7 项，出版专著 8 部，发表相关学术论文 60 篇，获批山东省科研创新团队 1 个，培育博士研究生 8 名、硕士研究生 26 名。

## 五、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	大变形恒阻支护注浆锚杆、锚索及巷道定量支护方法	中国	ZL201710504194.2	2019-04	第 3352230 号	山东科技大学	文志杰、杜婉君、武凯、孟祥旭	有效
发明专利	Grouting anchor bolt and grouting anchor cable for supporting of large deformation and constant resistance and quantitative roadway supporting method	美国	US10975696B2	2021-04		山东科技大学	文志杰、石少帅、杨胜利等	有效
标准	深部工程岩体围岩变形灾害释能主控技术规范	中国	T/GRM 040-2022	2022-04	T/GRM 040-2022	山东科技大学、山东省煤田地质局第一勘探队等	文志杰、景所林、郑博洋、张彬、韩希伟等	有效
标准	煤矿深部岩体冲击灾害释能主控技术规范	中国	T/SDIRAA 903-2021	2021-12	T/SDIRAA 903-2021	山东科技大学、山东省计算中心（国家超级计算济南中心）、中建铁投轨道交通建设有限公司、中南大学等	文志杰、李刚、赖永标、景所林、董陇军等	有效
标准	西部侏罗纪地质软岩围岩大变形控制技术规范	中国	T/SDIRAA 904-2021	2021-12	T/SDIRAA 904-2021	山东科技大学、山东省计算中心（国家超级计算济南中心）、山东能源集团有限公司、青岛理工大学等	文志杰、李刚、文金浩、张彬等	有效
标准	采动应力场演化规律试验方法	中国	T/GRM 008-2020	2020-12	T/GRM 008-2020	山东科技大学等	文志杰、彭苏萍、姜鹏飞等	有效
标准	动力扰动作用下煤和岩石单轴压缩蠕变试验方法	中国	T/SDIRAA 906-2021	2021-12	T/SDIRAA 906-2021	山东科技大学、山东省计算中心（国家超级计算济南中心）、青岛理工大学	文志杰、李刚、文金浩、姜鹏飞等	有效
发明专利	基于 SVD 降噪处理的改进灰色模型隧道沉降监测方法	中国	ZL202010235584.6	2021-08	第 4650486 号	青岛理工大学、中铁十九局集团第五工程有限公司	张拥军、夏焯帅、唐世斌、聂闻、刘洪治、阎明东等	有效
发明专利	一种高应力区隧道围岩区域应力场的二次测试方法	中国	ZL201611031616.0	2018-01	第 2773902 号	中南大学	董陇军、胡清纯、李夕兵	有效
发明专利	压控式渗流试验机理及渗流时间测量装置	中国	ZL201711411352.6	2020-06	第 3836877 号	山东科技大学	文志杰、景所林、孟凡宝、李培植	有效

## 六、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
文志杰	1/14	国家重点实验室(培育)副主任	教授	山东科技大学	山东科技大学	发展了地下岩层变形破坏分析理论与预测方法;研制了采动应力试验系统和蠕变冲击加载试验系统;提出了地下工程岩体灾变事故动力源时空演化规律及定量预测模型。
张拥军	2/14	/	教授	青岛理工大学	青岛理工大学	提出了一种新型隧道沉降预测方法,开发了开挖过程中岩体损伤监测方法。
文金浩	3/14	/	讲师	青岛理工大学	青岛理工大学	联合提出了基于真实扰动加载路径下伺服控制方法;协助提出了地质软岩大变形控制技术。
宋振骐	4/14	名誉院长	教授	山东科技大学	山东科技大学	为提出深部岩体灾害释能主控技术提供科学思路;构建了采掘空间结构力学模型;指导研制了采动应力试验系统和蠕变冲击加载试验系统。
景所林	5/14	/	/	山东科技大学	山东科技大学	联合构建了采掘空间结构力学模型;协助提出了工程岩体变形和冲击灾害释能主控技术,并开展了工程研究运用。
李刚	6/14	处长	研究员	山东省计算中心(国家超级计算济南中心)	山东省计算中心(国家超级计算济南中心)	协助提出了岩体冲击灾害释能主控技术和地质软岩大变形控制技术,并联合提出一种基于灾变推演模式的岩体灾害预测装备加载方法。
姜鹏飞	7/14	/	/	山东科技大学	山东科技大学	协助提出岩体扰动条件下加载方法,为研究真实开掘条件下岩体力学行为提供了依据;协助提出了采动应力场演化规律试验方法,并开展了工程研究运用。
董陇军	8/14	系主任	教授	中南大学	中南大学	发明了无需预先测速的微震震源定位方法,解决了传统震源定位方法中预先测定的波速在空间和时间上对震源定位精度造成影响的技术难题;联合提出岩体冲击灾害控制方法。
王青松	9/14	部门副总工程师	高级工程师	中铁二十局集团有限公司	中铁二十局集团有限公司	联合提出了一种新型隧道沉降预测方法,并开展现场应用。
阎明东	10/14	项目经理	高级工程师	中铁十九局集团第五工程有限公司	中铁十九局集团第五工程有限公司	联合开发了开挖过程中岩体损伤监测方法,并开展现场应用。
赵相铮	11/14	/	/	山东科技大学	山东科技大学	协助提出了采动应力试验系统试验方法。
姜青林	12/14	/	/	山东科技大学	山东科技大学	协助提出了蠕变冲击加载试验系统试验方法。
苏明宇	13/14	/	/	山东科技大学	山东科技大学	协助提出了基于真实扰动加载路径下伺服控制方法。
郑博洋	14/14	/	/	山东科技大学	山东科技大学	协助提出了工程岩体变形灾害释能主控技术。

## 七、主要完成单位情况

山东科技大学、青岛理工大学、中南大学、山东省计算中心(国家超级计算济南中心)、中铁二十局集团有限公司、中铁十九局集团第五工程有限公司