**青岛市科学技术奖提名公示内容-自然科学奖**

（2022年度）

**一、项目名称**

岩石断裂过程理论及数值模拟方法

**二、推荐单位（专家）及推荐意见**

**推荐单位：省教育厅**

**推荐意见：**

该项目依托国家自然科学基金、国际合作与交流项目等课题，针对岩石裂纹破裂失稳机制及空间传播规律中的关键科学问题和模拟技术难题开展科技攻关，在岩石断裂扩展理论、岩石裂纹传播过程数值模拟方法、岩体工程稳定性分析方法等方面取得了原创性成果，提出了一种预测岩体混合破断行为的断裂准则，研发了可以模拟岩石混合裂纹起裂、传播和贯通全过程的FRACOD模拟软件，形成了岩石断裂过程模拟技术体系，为岩体工程灾害研究提供了新手段。

项目代表性论文发表于Int. J. Rock Mech. Min. Sci.、Rock Mech. Rock Fng. 等行业权威杂志，相关成果被国内外同行广泛应用并得到了千余位国内外学者的正面评价。基于相关理论及模拟方法组建了国际合作团队，举办了多次国际会议并邀请了Nick Barton等数十位国际岩石力学专家来华交流，对岩石断裂力学理论及模拟技术的发展起到有力的推动作用。团队研究成果已在山东矿区冲击地压防控、锦屏一级水电站边坡稳定性监测、芬兰奥尔基洛托核电站核废料储存等传统及前沿领域得到应用，为岩土工程安全提供了技术保障。

经审核，确认该项目的推荐材料的内容属实，申报单位与项目完成人员的排序无误；经在项目完成单位和推荐单位公示无异议。

推荐该项目为青岛市自然科学奖一等奖。

1. **推荐等级**

自然科学奖 一 等奖。

1. **项目简介**

该项目属于采矿工程、安全工程等学科交叉领域。

受深部高应力、高温、复杂地层和地质构造等环境影响，矿山开采、隧道建设等深地岩体工程安全问题日趋凸出，而岩体领域相关灾害的发生与岩石断裂失稳密切相关。基于断裂力学理论探究岩石裂纹的起裂及传播过程成为现阶段研究岩体工程稳定性的重要手段，在岩石断裂过程模拟方面仍有很多问题有待突破。该项目依托国家自然科学基金、国际交流合作项目等课题，在国内外16所研究机构的协助下，形成了岩石断裂过程理论及模拟应用体系。主要科学发现点为：

提出了一种预测岩体混合破断行为的断裂准则，克服了传统断裂力学理论无法模拟岩石亚临界裂纹扩展问题，揭示了M–T–H耦合作用下岩石混合裂纹扩展机理，为岩体工程稳定性研究提供理论及技术基础。

原创研发了基于岩石断裂力学理论和位移不连续（DDM）方法模拟岩石混合裂纹起裂、传播和贯通全过程的FRACOD模拟软件，填补了国内外模拟工程地质岩体混合式裂纹扩展和传播的空白，研发了各项异性、MTH耦合模块等实用多功能应用程序，提出了复杂耦合环境下的岩石裂纹扩展模拟方法，为岩体工程灾害的研究提供了新手段。

基于工程扰动影响复杂耦合环境岩石裂纹扩展规律，创建了多类型岩体工程开挖裂纹扩展模型，揭示了岩爆、冰膨胀、热传导等岩体工程灾害孕育过程中的裂纹扩展失稳释能灾变机制，相关理论及技术在矿山岩爆、核废料储存等领域得到成功应用。包括国际著名岩石力学专家Ove Stephansson教授、Q-System创始人Nick Barton教授、Geodynamics Limited地热公司总裁Doone Wyborn在内的千余位国内外学者，均在公开出版物或公开场合给予正面的评价，项目部分成果经鉴定达到国际领先水平。原创研发了FRACOD模拟系统，首次实现了岩石“显示混合裂纹”扩展计算分析，在此基础上组建了由中国、澳大利亚、美国、韩国等多个国家的16家知名大学及研究机构参与的国际合作团队，并创建了国际联合项目“Collaboration on Coupled Fracture Mechanics Modelling”，团队研究成果已在山东矿区冲击地压卸压防控、芬兰奥尔基洛托核电站核废料储存等传统及前沿领域得到应用，为岩土工程安全提供了技术保障。

**五、代表性论文专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文（专著）名称 | 刊名（出版社） | Doi /ISBN | 发表时间 | 作者（按刊物发表顺序） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 他引总次数 | 检索数据库 |
| 1 | Coal mine roadway stability in soft rock: A case study | Rock Mechanics and Rock Engineering | 10.1007/s00603-013-0528-y | 2014年11月01日 | 沈宝堂 | 沈宝堂 | 沈宝堂 | 166 | SCI-E |
| 2 | An approximate nonlinear modified Mohr-Coulomb shear strength criterion with critical state for intact rocks | Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering | 10.1016/j.jrmge.2018.04.002 | 2018年11月06日 | 沈宝堂  Shi Jingyu  Barton Nick | Jingyu Shi | 沈宝堂 | 29 | SCI-E |
| 3 | Effective evaluation of pressure relief drilling for reducing rock bursts and its application in underground coal mines | International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences | 10.1016/j.ijrmms.2018.12.010 | 2019年02月13日 | 张士川  李杨杨  沈宝堂  孙熙震  高立群 | 李杨杨 | 张士川 | 79 | SCI-E |
| 4 | Field investigation of long-term bearing capacity of strip coal pillars | International  Journal of Rock Mechanics and Mining  Sciences | 10.1016/j.ijrmms.2014.02.022 | 2014年10月01日 | 陈绍杰  郭惟嘉  周辉  沈宝堂  刘江波 | 陈绍杰 | 陈绍杰 | 31 | SCI-E |
| 5 | Comparative analysis on the heat transfer efficiency of supercritical CO2 and H2O in the production well of enhanced geothermal system | Energy | 10.1016/j.energy.2020.118071 | 2020年7月24日 | 宋维强  王春光  杜玉昆  沈宝堂  陈绍杰  蒋宇静 | 杜玉昆 | 宋维强 | 8 | SCI-E |

**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 |
| 沈宝堂 | 1 | 无 | 教授 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 对科技创新的第1、2、3项做出了创造性贡献。 |
| 张士川 | 2 | 无 | 副教授 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 对科技创新的第1、2、3项做出了创造性贡献。 |
| 陈绍杰 | 3 | 院长 | 教授 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 对科技创新的第3项做出了创造性贡献。 |
| 宋维强 | 4 | 无 | 讲师 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 对科技创新的第3项做出了创造性贡献。 |
| 张步初 | 5 | 无 | 无 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 对科技创新的第3项做出了创造性贡献。 |

注：“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。

**七、主要完成单位情况**

**完成单位：**山东科技大学

**对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：**

实现了对工程地质岩体I型、II型和I+II混合式裂纹传播的预判，揭示了力-热-液耦合作用下岩石混合裂纹扩展机理，提出了复杂耦合应力环境下的岩石裂纹扩展模拟方法。协助研发了基于岩石断裂力学理论和位移不连续（DDM）方法模拟岩石混合裂纹起裂、传播和贯通全过程的FRACOD模拟软件，填补了国内外模拟工程地质岩体混合式裂纹扩展和传播的空白。