2025 年中国产学研合作促进会科技创新奖公示内容

一、项目名称

高应力碎胀围岩巷（隧）道内外协同承载稳控关键技术与工程示范

二、提名者及提名意见

提名者：中国矿业大学

提名意见：

该项目针对高应力碎胀围岩巷（隧）道稳控工程技术难题，采用室内试验、理论分析、数值模拟以及工程应用等研究方法，开展了理论-试验-研发-应用链条式研究，创新提出了碎胀围岩形状参数获取及孔裂隙结构三维重构方法，开发了碎胀岩体压剪耦合加载试验系统、裂隙岩体多通道注浆试验设备、锚注岩体承载试验系统及支护结构模拟与精细化数值仿真计算试验平台，构建了碎胀围岩表层喷浆限位-浅层注浆修复-深层锚注强化的多层围岩自平衡支护理论及装配式约束混凝土拱架支护系统设计方法，研发了大孔隙混凝土喷浆材料、抗剪切吸能让压锚固装置、装配式约束混凝土拱架及系列安装机设备，搭建了内外协同支护安全评价及失效预警信息化系统平台，形成了高应力碎胀围岩巷（隧）道内外协同承载关键技术及成套体系。项目研究成果在山东能源集团、中交集团等企业成功推广应用，近两年累计新增利润共计约 4.3 亿元。依托项目攻关研究，授权发明专利 42 件、软件著作权 5 件，主编学术专著 2 部、煤炭行业标准 2 项，发表 SCI/EI 收录学术论文 52 篇。项目研究成果显著提升了高应力碎胀围岩巷（隧）道支护水平，推动了井巷工程学科发展，具有广阔的应用前景及推广价值。

三、提名等级

提名该项目为 2025 年中国产学研合作促进会科技创新奖一等奖。

四、项目简介

高应力碎胀围岩环境导致巷（隧）道支护面临诸多挑战，工程实践表明，单一的支护形式难以维持高应力井巷工程围岩稳定，采用锚注喷与约束混凝土拱架联合的内外协同支护可有效控制巷（隧）道围岩变形。但目前锚注-围岩协同稳控机理不清，约束混凝土拱架结构压弯承载机制不详，内外协同承载效果不佳，支护参数设计多依赖经验；支护效果评价手段单一、反馈不及时，支护施工专用

装备技术落后。针对上述理论与技术难题，本项目依托国家、省部级及企业合作课题，联合多家高校和企业，系统性开展了理论-试验-研发-应用链条式研究，建立了高应力碎胀围岩巷（隧）道内外协同承载稳控关键技术与工程示范，突破了传统支护设计理念，攻克了绝大多数碎胀围岩巷（隧）道支护难题，取得了显著的经济与社会效益。项目主要创新成果如下：

创新点 I：研发了裂隙岩体锚注系列试验系统及碎胀围岩巷(隧)道支护模拟试验平台，揭示了“喷层护表-锚注控损-结构强载”的协同稳控机理，攻克了碎胀围岩性能重塑与支护结构协同承载技术难题，实现了高应力下围岩微观损伤演化到宏观协同稳控的多尺度全流程突破，为高应力碎胀围岩巷(隧)道协同稳控技术提供理论支撑。

创新点 II：研发了注浆恒阻锚杆（索）及装配式约束混凝土拱架等，建立了“锚注喷-拱架”内外协同稳控技术体系，攻克了传统支护耦合性差、刚度适配滞后及结构效能冗余难题，实现了高应力碎胀围岩协同控制与支护效能精准适配，为高应力碎胀围岩巷（隧）道支护设计及应用提供技术支撑。

创新点 III：开发了内外协同支护安全评价及失效预警信息化系统平台，研发了钢管混凝土拱架智能安装机、升降式拱架安装机等系列装备，建立了高应力碎胀围岩巷（隧）道锚注结构-喷层-支架内外协同承载闭环施工工艺，攻克了传统支护安全评价欠佳、施工效率偏低及多工序衔接较差的难题，实现了内外协同支护技术的广泛推广应用。

项目研究成果在高应力碎胀围岩巷（隧）道工程中成功推广应用，近两年累计新增利润(含节支创收)共计约 4.3 亿元。依托项目攻关研究，授权发明专利 42 件、软件著作权 5 件，主编学术专著 2 部、煤炭行业标准 2 项；发表 SCI/EI 收录学术论文 52 篇，入选 F5000 中国精品科技期刊顶尖学术论文及高被引论文 3 篇。构成项目的 3 项关键技术成果，通过了科技成果鉴定，整体达到了国际领先水平。项目研究成果显著提升了高应力碎胀围岩巷（隧）道支护水平，推动了井巷工程学科发展，具有广阔的应用前景及推广价值。

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	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	一种钻孔裂隙的光谱探测装置及其使用方法	中国	ZL202410814221.6	2025-04-25	7902133	中国矿业大学	陈梁；孟庆彬；张祥辉；李为腾；王洪涛；曹悦；孔正；张加加	有效	是	是
发明专利	一种随机研石块体三维形状参数自动获取方法	中国	ZL202011194994.7	2022-03-29	5032939	中国矿业大学	陈梁；李俊孟；吴来伟；欧阳神央；张伟光；常治国；郭亚超；李英顺；高华东；杨长德	有效	是	是
发明专利	一种液压拼接式抗剪切吸能让压锚杆装置及其使用方法	中国	ZL202410796038.8	2024-09-24	7402804	中国矿业大学	陈梁；孟庆彬；辛学奎；李为腾；王洪涛；肖猛；孔正；张加加	有效	是	是
发明专利	一种气-水泥浆液混合式深孔循环高压劈裂注浆方法	中国	ZL201811256464.3	2019-07-19	3459403	中国矿业大学	孟庆彬；钱唯；韩立军；王琦；王从凯；田茂霖；李兴权	有效	否	是

发明专利	软弱地层端头自膨胀扩大型锚固方法	中国	ZL201410855488.6	2017-01-11	2343204	中国矿业大学	孟庆彬; 韩立军; 宋义江; 王迎超; 韩德明; 孙景武; 孙康	有效	否	是
发明专利	一种隧道拱架安装装置及方法	中国	ZL202110461476.5	2023-11-03	6462812	山东建筑大学	孙会彬; 谢璨; 宋曙光; 王建才; 董伟; 郭振峰; 李杨	有效	否	否
发明专利	一种季节冻土极软弱隧道受温多层锚固自平衡支护体系	中国	ZL201710866634.9	2023-03-17	5786775	江苏建筑职业技术学院	陶祥令; 朱科企; 王建州; 刘明; 宗义江	有效	否	否
实用新型专利	一种极破碎软岩巷道全断面锚注高预紧支护装置及系统	中国	ZL202323433677.8	2024-08-20	21558132	中国矿业大学	陈梁; 孟庆彬; 李为腾; 陈桂磊	有效	是	是
软件著作权	挤压性变形隧道钢管混凝土数字化监测读取计算软件 V1.0	中国	2023SR1564715	2023-02-28	12151888	山东建筑大学	孙会彬; 杨慧翔; 梅益铤; 孙文琦; 盛广宇	有效	否	否
软件著作权	地下工程钢管混凝土支护结构参数设计软件 V1.0	中国	2021SR1437262	2021-08-06	08963669	山东建筑大学	孙会彬; 鹿伟; 绍行; 王雷	有效	否	否

六、主要完成人情况

1 陈梁（中国矿业大学），2 陶祥令（江苏建筑职业技术学院），3 申海龙（肥城矿业集团梁宝寺能源有限责任公司），4 孙会彬（山东建筑大学），5 王旭锋（中国矿业大学），6 程争民（中国矿业大学），7 胡坤（常州大学），8 鹿奎奎（江苏建筑职业技术学院），9 孟庆彬（中国矿业大学），10 张春（中国矿业大学）

七、主要完成单位情况

1 中国矿业大学，2 江苏建筑职业技术学院，3 山东建筑大学，4 肥城矿业集团梁宝寺能源有限责任公司，5 常州大学