项目公示信息（309-4009）

一、项目名称：

浅埋超大采高综采面覆岩破断规律多源耦合分析与灾害防控关键技术

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省煤炭学会

提名意见：

本成果聚焦陕北矿区复杂水文地质条件下特厚煤层超大采高智能工作面灾害防治中的关键科学问题，依托张家峁煤矿 8m 超大采高 2203、2204 智能综采面，按照“理论研究→室内宏细观试验→数值仿真→顶、底板地质灾害发生规律分析→顶、底板地质灾害防治→多源实时监测系统构建→成套设备研制→工程检验”技术路线开展了研究工作。主要创新性工作是：（1）构建了煤岩宏细观破坏规律研究试验平台，得到了煤岩动力损伤破坏宏细观破坏规律。采用创新性机构对顶板进行有效控制，实现采支协同中的护帮板动态调控策略与移架工艺优化。（2）针对顶底板不良地质灾害，提出了综合处置技术，构建了灾害处置效果检验技术，提出底板混凝土置换处置技术。（3）成功研发了适合复杂水文地质条件下浅埋特厚煤层超大采高智能工作面的采煤机、刮板机、液压支架等成套装备。融合“高频 GNSS 实时监测+时序 InSAR+无人机倾斜遥感测量+有限元~离散元耦合的 FDEM 数值仿真模拟”，建立了适用于复杂水文地质条件浅埋特厚煤层的开采沉陷自动化监测技术。

本成果对解决我国陕北矿区复杂水文地质条件下浅埋煤层超大采高智能工作面灾害防治具有重要的理论与实践意义。对“千万吨级智能工作面”安全建设，保障我国煤炭稳产稳供做出巨大贡献。

成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。**特提名为陕西省科技进步奖二等奖**。

三、项目简介

习总书记指出，能源保障和安全事关国计民生，是须臾不可忽视的“国之大者”。持续增强能源安全保障能力，发挥化石能源兜底保障作用，是我国的重大战略之一。煤炭目前在我国能源供给体系中占比超过 50%，在能源结构中占据主导地位。建设“千万吨级智能工作面”是提高煤炭产能的重要手段，开展复杂条件下超大采高智能工作面灾害防治关键技术问题研究具有重要的理论和实践价值。

陕北矿区是我国 14 个大型煤炭基地之一，产量大，煤质优。超大采高一次采全高的煤炭开采技术极大地提高了浅埋厚煤层开采的煤炭资源回采率，是浅埋煤层“千万吨级智能工作面”的重要开采方式。复杂水文地质条件下浅埋特厚煤层实现超大采高工作面综采技术主要面临三大技术问题：第一，超大采高工作面极易引起片帮问题，影响安全生产，亟需研究片帮发生规律及其科学合理的防控措施，适合复杂水文地质条件下浅埋特厚煤层超大采高工作面的主要包括采煤机、刮板机、液压支架等的成套装备亟需研制；第二、部分浅埋煤层顶板存在火烧区、风化区、缺失区、顶板涌水量大等不良水文地质现象，严重影响超大采高工作面安全回采，对于出现顶板缺失及风化区域、底板软弱的超大采高工作面来说，液压支架自身高度大，受力条件复杂易倾斜，亟需研究超大采高工作面综合不良地质灾害处置技术及液压支架扶正、移架关键技术；第三，陕北浅埋薄基岩特厚煤层地区属于生态严重脆弱区，采空区上方的地表沉降呈台阶式切落裂缝破坏，遇到雨水侵蚀冲刷后，裂缝变宽甚至发展为塌陷坑破坏，极易对地面人畜造成伤害，也易诱发采煤工作面溃水溃沙，破坏生态环境，亟需研究地表开采沉陷特性多源智能自动化监测技术。

本成果聚焦陕北矿区复杂水文地质条件下特厚煤层超大采高智能工作面灾害防治中的关键科学问题，依托张家峁煤矿 8m 超大采高 2203、2204 智能综采面，按照“理论研究→室内宏细观试验→数值仿真→顶、底板地质灾害发生规律分析→顶、底板地质灾害防治→多源实时监测系统构建→成套设备研制→工程检验”技术路线开展研究工作。

本成果完成了煤岩宏细观动力损伤破坏规律及超大采高工作面煤壁片帮规律研究，8m 超大采高综采面顶板界面风化异常、底板软弱、支架倾倒等灾害发生规律分析、治理方案制定与现场治理工作，煤壁片帮灾害治理工作，综采面覆岩结构演化、地表开采沉陷特性、矿压显现规律“井上+井下”多源耦合智能监测分析。主要创新性工作是：

（1）构建了煤岩宏细观破坏规律研究试验平台，开展煤岩动力损伤破坏宏细观破坏规律研究。采用三轴压缩实验、核磁共振测试、声发射监测及 SHPB 动力测试等手段，得到了煤岩宏细观动力损伤破坏规律。采用“双层伸缩梁+三级护帮”机构对顶板进行了有效控制，对超高煤壁进行了主动防护，实现了采支协同中的护帮板动态调控策略与移架工艺优化。

（2）聚焦浅埋煤层智能综采面存在的顶、底板不良地质灾害，采用“应力-渗流”耦合理论开展顶、底板破坏规律研究，创新性提出了“顶板缺失区采用钻孔灌注桩替换技术、顶板强风化区采用 MJS 高压旋喷注浆改性技术、顶板弱风化区采用钻孔高压劈裂注浆技术”的综合不良地质灾害处置技术，成功构建了“地面钻孔检验+地面孔间地震 CT 探测技术”的不良地质灾害处置效果检验技术，提出的底板混凝土置换处置技术实现了底板硬化，对于顶板涌水量大的区域提出了“疏水+注浆”控制技术，避免了底板遇水软化灾害的发生，顶板再生和底板硬化为工作面顶、底板地质异常区域灾害防治提供了重要技术支撑。

（3）成功研发了适应复杂水文地质条件下浅埋特厚煤层超大采高工作面的主要由采煤机、刮板机、液压支架等组成的成套开采装备。提出“围岩松动圈数字成像+顶板离层+支护系统受力+围岩变形+顶板破断特性微震监测”的井下矿压多源耦合监测理论。融合“高频 GNSS 实时监测+时序 InSAR+无人机倾斜遥感测量+有限元~离散元耦合的 FDEM 数值仿真模拟”，建立了适用于复杂水文地质条件浅埋特厚煤层的开采沉陷自动化监测系统。实现了地表自动监测系统多维度、多元化、共享化新突破，实现了井下矿压规律与井上开采沉陷规

律预测预报的智能联动。

本成果对解决我国陕北矿区复杂水文地质条件下浅埋薄基岩煤层超大采高工作面灾害防治难题具有重要的实际意义，为我国煤炭绿色安全高效开采提供了技术支撑，为“千万吨级智能工作面”安全建设及我国煤炭稳产稳供做出了巨大贡献。

本成果成功应用于浅埋大采高条件下的张家峁煤矿、红柳林煤矿、柠条塔煤矿等煤矿，创造经济效益约19.056亿元。并为大柳塔煤矿、鑫源煤矿、红庆河煤矿、上湾煤矿、小保当煤矿等十余家煤矿的超大采高智能综采面提供成功工程案例。成果已授权发明专利17项，发表SCI、EI检索高水平论文35篇，培养博士生2人、硕士生7人。项目成果被中国煤炭工业协会鉴定委员会评价为国际领先水平。

四、客观评价

（1）本成果“浅埋超大采高综采面覆岩破断规律多源耦合分析与灾害防治关键技术”应用于张家峁煤矿2203超大采高综采面，有效保证了2203智能综采面的安全生产；并且应用于了2204智能综采面，对顶板界面风化异常体灾害进行治理，包括底板软弱等不良水文地质灾害。解决了超大采高工作面液压支架移架工艺优化等技术问题。有效保证了张家峁煤矿超大采高2203、2204工作面的安全绿色回采，取得了良好的社会效益和经济效益。

在2203工作面顺槽掘进和工作面回采过程中，研究了顺槽围岩破坏规律、超大采高首采面矿压规律及超大采高首采面地表裂缝及岩移规律，并结合已有的大采高综采工作面矿压显现规律和支护参数，完成了顺槽支护设计优化，评价了大采高支架适应性，掌握了浅埋煤层大采高矿压-地面移动协同变形规律，对确保张家峁煤矿超大采高首采面安全开采具有重要意义。本成果使2204工作面顶板完整性得到加固，为工作面回采创造条件。同时充填和加固了顶板揭露界面风化异常体前方及周边顶板基岩，彻底消除了工作面漏顶和压架隐患，为2204工作面安全通过煤层顶板风化以及整个工作面开采提供了安全保障。

本成果可在陕北浅埋复杂水文地质条件下进行推广和应用，对2

205、2206、2207、2208、2209、2210 等工作面的安全开采具有极其重要的借鉴价值。

（2）成果“浅埋超大采高综采面覆岩破断规律多源耦合分析与灾害防治关键技术”在红柳林煤矿得以成功应用，在 25212 综采工作面顺槽掘进和工作面回采过程中，应用了成果中的片帮规律及主要形式、防控措施，采用了地表开采沉陷自动化监测技术，实现了井下矿压规律与井上开采沉陷规律预测预报的联动，保证了 25212 综采工作面的快速安全回采，效果良好。

（3）在柠条塔煤矿 S1233 工作面本成果得以成功应用，在 S1233 工作面顺槽掘进和工作面回采过程中，应用了成果中的片帮规律及主要形式、防控措施，采用了地表开采沉陷自动化监测技术，实现了井下矿压规律与井上开采沉陷规律预测预报的联动，保证了 S1233 综放工作面的快速安全回采。

（4）2023 年 7 月，陕西陕煤曹家滩矿业有限公司借鉴本成果，完成了 10m 超大采高智能综采工作面成套装备研制，并进行了世界首套 10m 超大采高智能综采工作面成套装备联合试运转，填补了国内外浅埋地区特厚煤层一次采全高的技术空白。

（5）本成果为大柳塔煤矿、鑫源煤矿、红庆河煤矿、上湾煤矿、小保当煤矿等十余家煤矿的超大采高智能综采面提供实际工程经验参考。

五、代表性知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权公告日	证书编号	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)
1	论文	Study on the energy evolution mechanism of coal and rock with impact tendency under different strain rates	中国	2023,13(1):13773.	2023.08	scientific reports	Xi'an University of Science and Technology	Kun Zhang,Yichen Zhang,Sen Zhang et al
2	论文	巷道底板砂岩三轴压缩蠕变试验与分数阶模型	中国	2020, 40（06）	2020.11	西安科技大学学报	西安科技大学	刘朝科，任建喜
3	论文	大采高智能化开采煤壁全过程精准控制技术研究	中国	2019,47(10):131-135	2019.10	煤炭科学技术	天地科技股份有限公司	刘俊峰,唐恩贤,许永祥等
4	论文	基于微震监测的浅埋 8m 超大采高综采面末采阶段矿压显现规律研究	中国	2024,43(09):1-5	2024.09	煤炭技术	西安科技大学； 陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	焦金照;任建喜;张琨;胡俭;范生军
5	论文	煤矿巷道快速掘进质量工艺分析与实践研究	中国	2020,40(23):195-197	2021.01	中国石油和化工标准与质量	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	李正虎;魏琦;范生军;刘建浩
6	发明专利	液压支架中铰接千斤顶缸径确定方法、装置、设备和介质	中国	ZL202411179624.4	2024.11.19	7535844	天地科技股份有限公司； 陕煤集团神木张家峁矿业有限公司； 陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司	徐亚军；胡俭；谭震；李世军；毛小娃；庞晓亮；李提建；范生军；党文佳；刘建浩

7	发明专利	模拟井下冲击地压三维动态加载装置及冲击地压预测方法	中国	ZL202310797861.6	2024.05.07	6973999	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司；西安科技大学；陕西陕煤铜川矿业有限公司	胡俭；任建喜；王珂；岳东；冯上鑫；霍小泉
8	发明专利	一种煤炭开采用监控设备	中国	ZL202411488812.5	2024.12.24	7623499	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	胡俭；党文佳；毛小娃；田亮；操康波；张文宣；王航；王丰；李永军；彭涛；解云龙；朱聿顺；雷杰
9	实用新型	一种适用于岩石三维加载过程中的围压保持装置	中国	ZL202321696066.X	2023.12.05	20110294	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司；西安科技大学；陕西陕煤铜川矿业有限公司	胡俭；张琨；岳东；任建喜；袁增云；王珂

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
胡俭	1	总工程师	正高级工程师	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	项目总负责
张琨	2	系副主任	高级工程师	西安科技大学	西安科技大学	技术总负责
任建喜	3	无	教授	西安科技大学	西安科技大学	井下矿压规律与井上地表沉降协同分析
范生军	4	副总工程师	高级工程师	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	井下监测系统方案设计与实施
刘俊峰	5	主任工程师	研究员	天地科技股份有限公司	天地科技股份有限公司	工作面成套装备选型配套；综采液压支架设计
杨帆	6	副总工程师	高级工程师	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	地面岩移监测系统现场实施；灾害治理方案制定
刘朝科	7	无	讲师	西安科技大学	西安科技大学	室内试验设计与实施
毛小娃	8	高级主管	高级工程师	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	灾害治理现场实施；现场微震和矿压系统监测研究
李正虎	9	高级主管	高级工程师	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	灾害治理方案现场实施及效果检验
焦金照	10	无	无	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	陕煤集团神木张家峁矿业有限公司	现场微震和矿压系统监测现场实施及数据规律分析

七、主要完成单位情况

1.西安科技大学

负责总负责与协调，制定项目研究总体方案，技术路线，研究内容和方案，对创新内容一、二、三有贡献。

2.陕煤集团神木张家峁矿业有限公司

负责为项目提供经费支持，负责为项目创造良好的环境，提供设备，保证科研资金投入等，对创新内容二、三有贡献。

3.天地科技股份有限公司

负责为项目提供技术支持，工作面成套装备选型配套、液压支架及综采装备设计研发，对创新内容一、三有贡献。

八、完成人合作关系说明

项目实施期间，所有项目完成人共同合作参与项目的研究工作，主要取得成果如下：

1. 胡俭/1、张琨/2、任建喜/3、范生军/4，刘俊峰/5，杨帆/6，刘朝科/7，毛小娃/8，共同完成了“浅埋超大采高综采面覆岩破断规律多源耦合分析与灾害防治关键技术”的成果鉴定。

2. 胡俭/1、张琨/2、任建喜/3、范生军/4，杨帆/6，刘朝科/7，毛小娃/8、李正虎/9 共同立项 1。

3. 胡俭/1、范生军/4，刘俊峰/5，杨帆/6，毛小娃/8、李正虎/9 共同立项 2。

4. 任建喜/3、刘朝科/7 合作完成论文 2。

5. 胡俭/1、张琨/2、任建喜/3、范生军/4、焦金照/10 合作完成论文 4。

6. 范生军/4、李正虎/9 合作完成论文 5。

7. 胡俭/1、毛小娃/8 合作完成专利 6。

8. 胡俭/1、范生军/5、毛小娃/8 合作完成专利 8。

9. 胡俭/1、张琨/2 合作完成专利 9。