项目公示信息（309-4006）

一、项目名称：复杂地质条件高瓦斯自燃煤层多元灾害孕灾机理与防控技术应用

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省煤炭学会

提名意见：

随着煤炭资源开采向深部延伸，开采环境与地质条件更加复杂，冲击地压-瓦斯-火多元灾害日益突出且相互影响，灾害防控面临严峻挑战。项目通过建立“冲击-瓦斯、瓦斯-火、冲击-火”灾害耦合孕灾模型，揭示了深部开采复杂地质条件多元灾害孕灾机理与链式演变规律，形成了以灾害前兆识别与风险链式阻断的协同预防模式。提出了多元灾害“卸压-抽采-控氧”联动调控与主动预防方法，开发了冲击-瓦斯-火协同管控关键技术装备。研发了多元灾害动态仿真、智能监测预警及同步决策系统，构建了煤矿复杂地质条件多元灾害同步监测预警与主动防控技术体系。在煤矿冲击地压-瓦斯-火多元灾害防控关键技术方面取得重大突破，提升了矿井安全管控水平和劳动生产率，保障了煤矿安全、绿色、高效生产。

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进步奖提名条件。**特提名为陕西省科学技术进步奖一等奖。**

三、项目简介

项目围绕复杂地质条件煤矿冲击-瓦斯-火多元灾害孕灾机理与链式演变规律、风险预警方法、智能感知与决策系统、协同管控关键技术等开展研究，立足日常预防与灾变应急控制，结合冲击-瓦斯-火多元灾害耦合性、复杂性、叠加互馈性、隐蔽性及继发性等特点，研究孕灾机理与演变规律，提出灾害风险辨识与“卸-抽-控”防控方法，研发多元灾害信息动态感知、智能决策预警、协同防控关键技术与系统装备，并进行了成果转化与推广应用。

主要创新性成果如下：

1. 煤矿冲击-瓦斯-火多元灾害孕灾机理及演变规律

研究复杂地质条件采动覆岩破断与应力响应特征，厘清高位厚硬顶板破断释能、动静载叠加与煤体累积损伤之间的传递关系，明确了煤层采动破坏“覆岩破断-应力响应-裂隙演化-瓦斯与漏风迁移”多场耦合规律。融合分析多元灾害特征信息，研究动载破坏、瓦斯运移、煤自燃多灾害前兆信息，建立冲击-瓦斯-火多灾害风险辨识与孕灾模型，揭示多元灾害“三区”空间叠加孕灾机理与互馈链式演变规律，提出以前兆识别与主动治理为核心的灾害链阻断方法，实现了多元灾害风险的超前预测与预防策略构建。

2. 煤矿冲击-瓦斯-火多元灾害协同防控策略及关键技术

研究"冲击地压-瓦斯-煤自燃"多元灾害链式演化态势及规律，开发“卸压-抽采-控氧”协同防控策略与技术装备，实现动载破坏应力灾害、瓦斯赋存运移、煤氧复合的协同控制。提出“物模+数模+微震+抽采+温压气”多元灾害风险判识方法，研发一孔多用定向长钻孔精准定位与抽放、采空区瓦斯-火复合危险区域判定技术与系统装备，形成采掘面煤层冲击-瓦斯、采空区瓦斯-火多元灾害超前预防模式，实现复杂地质条件冲击-瓦斯火有效预防。

3. 煤矿冲击-瓦斯-火多元灾害动态仿真与智能监测预警技术

融合微震、瓦斯与煤自燃等安全监测数据，基于Unity 3D引擎搭建多元灾害动态仿真平台，通过多源监测数据融合、灾害链风险动态评估及三级预警技术，解决了灾害链演化“看不见”、风险信息“融不了与断不准”的核心问题。通过“井-地”立体联合监测预警技术，研发冲击-瓦斯-火多元灾害信息智能感知、监测预警系统装备，建立多元灾害分源权重综合预警平台，实现多元灾害的隐患感知、同步监测与主动预警。开发煤层长距离钻孔卸压、瓦斯抽采“一孔多用”技术与系统装备，实现冲击与瓦斯灾害防控；构建采空区漏风研判、隅角快速封堵与注惰调压、灾区快速应急隔离的技术体系，实现瓦斯与火灾害预防，保障复杂地质条件冲击-瓦斯-火多元灾害防控时效性。

研究成果授权发明专利25项、实用新型专利15项，登记软件著作权5项，出版专著4部，发表学术论文80余篇。相关项目技术成果达到国际领先水平，已推广应用到陕西、山西、内蒙、甘肃等主要煤炭基地的五十余对矿井，创造经济效益约4.0亿元以上，技术成果在西科

智安、南京迪泰克森、徐州福安科技等公司进行了产业化应用推广。

四、客观评价

项目研究成果形成了复杂地质条件高瓦斯自燃煤层多元灾害孕灾机理理论体系、防控工艺与技术装备，在冲击地压、瓦斯与火多元灾害防控关键技术方面取得了创新性突破，揭示了复杂地质条件冲击地压、瓦斯与火孕灾机理与链式演变规律，提高了煤矿开采冲击地压、瓦斯与火多元灾害预防效率，增强了矿井安全管控水平，整体技术水平达到国际领先。

经中国煤炭工业协会组织专家组对“复杂地质条件高瓦斯自燃煤层多元灾害孕灾机理与防控技术应用”、“冲击与瓦斯复合灾害煤层钻孔破坏机制及卸压-抽采共用钻孔优化关键技术”等成果鉴定，认为项目技术成果达到国际领先水平。

五、应用情况

项目技术成果先后在山东能源集团西北矿业有限公司、陕西彬长小庄矿业有限公司、陕西彬长胡家河矿业有限公司、山东能源新矿内蒙古能源有限责任公司、山西潞安环保能源开发有限公司等单位的20余家煤矿得到推广应用，形成较好的市场影响力，并为保障矿井安全生产提供了技术支撑。

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种矿用采空区阻化剂快速雾化防灭火装置及使用方法	中国	ZL201910207172.9	2023.04.11	第 5874894 号	西安科技大学	马砺，魏高明，王伟峰，王旭，易欣，郭睿智，魏泽，刘尚明
2	发明专利	一种胶体灭火剂灭火性能测试系统及测试方法	中国	ZL201911065744.0	2024.12.03	第 7577389 号	西安科技大学	马砺，黄霄，魏高明、刘西西，刘长春，杨元博，何铖茂
3	发明专利	一种用于煤矿断顶爆破钻孔的分段快速封孔方法	中国	ZL202011152689.1	2022.07.26	第 5337153 号	安徽理工大学	马衍坤，杨志良，刘健，傅菊根，张曦，谭辉，邓子墨，李尧斌
4	发明专利	一种矿井巷道火灾烟气快速净化装置及方法	中国	ZL201910779390.X	2024.01.02	第 6598305 号	西安科技大学	马砺，魏高明，雷燕飞，刘尚明，周莎莎，易欣，王伟峰
5	发明专利	一种煤矿灾害风险预测评估方法、系统及介质	中国	ZL202411282259.X	2024.12.20	第 7614130 号	陕西彬长胡家河矿业有限公司	焦彪，席国军，梅洋洋
6	发明专利	一种围压与湿热耦合条件下煤岩动态冲击破坏测试系统	中国	ZL201810607313.1	2021.01.12	第 4200351 号	安徽工业大学	冯俊军，陈霞，胡新成，许波
7	论文	西蒙矿区深部开采煤自燃特性及预测方法研究	中国	2025 年 53 卷 33-43 页	2025.01.22	煤田地质与勘探	西安科技大学	马砺，高文博，拓龙龙，张鹏宇，郑州，郭睿智
8	论文	Preparation and characterization of antioxidant	其他	2023 年 338 卷 127270 页	2023.04.15	Fuel	西安科技大学	马砺，范新丽，魏高明，盛友杰，刘尚明

		gel foam for preventing coal spontaneous combustion						
9	论文	震动载荷多次作用下烟煤孔裂隙结构演化特征试验研究	中国	2024 年 49 卷 1882-1893 页	2024.04.12	煤炭学报	安徽理工大学 西安科技大学 安徽工业大学	马衍坤，黄勤豪，孔祥国，冯俊军，殷志强，王超
10	专著	远近场动载作用下巷道损伤致灾机理与防控	中国	/	2025.12	中国矿业大学出版社	/	马衍坤，李家卓，黄勤豪

七、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
马　砺	1	处长	教　授	西安科技大学	西安科技大学	项目总负责人，总体技术攻关
王海宾	2	总经理	研究员	山东能源集团西北矿业有限公司	山东能源集团西北矿业有限公司	冲击-瓦斯-火多元灾害防控技术研发
马衍坤	3	副部长	教　授	安徽理工大学	安徽理工大学	多元灾害协同防控技术与装备研究
魏高明	4	/	副教授	西安科技大学	西安科技大学	多元灾害信息监测系统研究应用
李　敏	5	总工程师	高级工程师	山东能源集团西北矿业有限公司	山东能源集团西北矿业有限公司	多元灾害决策系统研究应用
张亚潮	6	总工程师	高级工程师	陕西彬长小庄矿业有限公司	陕西彬长小庄矿业有限公司	多元灾害防控关键技术研发应用
冯俊军	7	系副主任	副教授	安徽工业大学	安徽工业大学	复杂地质条件采动覆岩破断与应力响应特征
刘尚明	8	/	讲师	西安科技大学	西安科技大学	灾害防控与联动调控技术研究
焦　彪	9	总工程师	高级工程师	陕西彬长胡家河矿业有限公司	陕西彬长胡家河矿业有限公司	冲击-瓦斯-火防控关键技术与应用
赵敖寒	10	/	实验师	安徽理工大学	安徽理工大学	多元灾害仿真平台
郭睿智	11	/	讲师	西安科技大学	西安科技大学	多元灾害智能感知与监测预警系统研究
郭召顺	12	副总工程师	研究员	山东能源集团西北矿业有限公司	山东能源集团西北矿业有限公司	冲击-瓦斯-火多元灾害防控技术应用研究
郭宇鸣	13	/	助理研究员	中国矿业大学	中国矿业大学	多元灾害风险预测方法研究
杨瑞斌	14	/	高级工程师	山东能源集团西北矿业有限公司	山东能源集团西北矿业有限公司	多元灾害信息动态感知系统应用
黄勤豪	15	/	博士研究生	安徽理工大学	安徽理工大学	多元灾害孕灾机理与链式演变规律研究

八、主要完成单位及创新推广贡献

1. 西安科技大学

西安科技大学全面负责本项目研究方案的制定与组织实施，完成了复杂地质条件高瓦斯自燃煤层多元灾害孕灾机理与防控技术研究，与山东能源集团西北矿业有限公司、安徽理工大学等合作完成。

2. 山东能源集团西北矿业有限公司

作为该项目的主要参与单位之一，山东能源集团西北矿业有限公司积极推动项目现场应用示范。

3. 安徽理工大学

作为该项目的主要参与单位之一，安徽理工大学在多元灾害孕灾机理与防控关键技术、装备研制、系统开发等方面开展了深入研究。

4. 陕西彬长小庄矿业有限公司

作为该项目的主要参与单位之一，陕西彬长小庄矿业有限公司积极推动项目现场应用示范。

5. 陕西彬长胡家河矿业有限公司

作为该项目的主要参与单位之一，陕西彬长胡家河矿业有限公司积极推动项目现场应用示范

6. 中国矿业大学

作为该项目的主要参与单位之一，中国矿业大学积极开展冲击-瓦斯耦合灾害致灾机理与防控技术装备等方面的研究。

7. 安徽工业大学

作为该项目的主要参与单位之一，安徽工业大学在冲击与瓦斯复合灾害煤层钻孔破坏机制及卸压-抽采共用钻孔优化关键技术与装备方面开展了大量研究。

九、完成人合作关系说明

项目实施期间，马砺、魏高明、刘尚明、郭睿智为西安科技大学主要完成人；王海宾、李敏、郭召顺、杨瑞斌为山东能源集团西北矿业有限公司主要完成人；马衍坤、赵敖寒、黄勤豪为安徽理工大学主要完成人；张亚潮为陕西彬长小庄矿业有限公司主要完成人；焦彪为

陕西彬长胡家河矿业有限公司主要完成人；郭宇鸣为中国矿业大学主要完成人；冯俊军为安徽工业大学主要完成人。具体合作关系如下：

1、马砺/1、魏高明/4、刘尚明/8、郭睿智/11 共同获得发明专利“一种矿用采空区阻化剂快速雾化防灭火装置及使用方法”。

2、马砺/1、魏高明/3、刘尚明/8 共同获得发明专利“一种矿井巷道火灾烟气快速净化装置及方法”。

3、马砺/1、魏高明/3、刘尚明/8 共同合作发表论文“Preparation and characterization of antioxidant gel foam for preventing coal spontaneous combustion”。

4、马砺/1、郭睿智/11 共同合作发表论文“西蒙矿区深部开采煤自燃特性及预测方法研究”。

5、马衍坤/3、冯俊军/7、黄勤豪/15 共同共同合作发表论文“震动载荷多次作用下烟煤孔裂隙结构演化特征试验研究”。

6、马砺/1、王海宾/2、马衍坤/3、魏高明/4、李敏/5、刘尚明/8、赵敖寒/10、郭睿智/11、郭召顺/12、杨瑞斌/14、黄勤豪/15 共同完成“复杂地质条件高瓦斯自燃煤层多元灾害孕灾机理与防控技术应用”科研项目。

7、马衍坤/3、张亚潮/6、焦彪/9、赵敖寒/10、郭宇鸣/13、黄勤豪/15 共同合作完成“冲击与瓦斯复合灾害煤层钻孔破坏机制及卸压-抽采共用钻孔优化关键技术”科研项目。

8、马砺/1、王海宾/2、魏高明/4、刘尚明/8、郭睿智/11 共同合作完成“基于原位在线监测系统的近距离多煤层自然发火防控关键技术研究”科研项目。