

## 项目公示信息

一、项目名称：坚硬特厚煤层冲击地压智能预警与调控关键技术及其装备

### 二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省教育厅

提名意见：

西部矿区地应力高、煤层厚、覆岩硬，开采诱发的高量级冲击地压凸显，灾害事故预测难，严重影响安全开采。针对西部矿区煤炭开采冲击地压防控理论不完善、监测和预警手段缺乏、效率低和安全性差等难题，本项目革新了西部矿区冲击地压智能预警、调控理论和技术方法，研发了我国首套具有自主知识产权的广域宽频高精度一体化微震监测装备等，建立了坚硬特厚煤层冲击地压调控关键技术应用体系并形成工程示范，为保障我国能源战略安全做出了重要贡献，经济社会效益显著。

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二等奖。**

### 三、项目简介

本项目属于矿山安全工程领域。

煤炭是国家能源安全保障的压舱石。西部是我国优质煤炭资源开发主产区，原煤总产量已超过全国 50%、冲击地压矿井数量约占全国 50%。西部矿区地应力高、煤层厚、覆岩硬，开采诱发高量级冲击地压凸显，导致开采难度大、灾害预测准确度低，严重影响安全开采。在国家自然科学基金、陕西省自然科学基金等项目支撑下，革新了西部矿区冲击地压智能预警、调控理论和技术方法，研发了我国首套具有自主知识产权的广域宽频高精度微震监测装备等，建立了冲击地压调控关键技术应用体系并形成工程示范。主要创新成果如下：

1、揭示了多力源耦合驱动煤岩结构冲击失稳机理。提出了复杂煤岩结构立体探测与辨识方法，揭示了多力源耦合驱动冲击地压动力

学机制，创新了冲击地压工程分类方法与分治模式，为西部矿区冲击地压智能预警与调控提供了理论基础。

2、发明了冲击地压多元前兆信息高精度感知与监测装备。发明了我国首套自主知识产权的广域宽频一体化高精度微震监测装备系统，研制了便携式煤层冲击危险主被动 CT 探测技术装备，开发了适用于西部矿区厚煤层掘进工作面多参量综合监测装备，实现了震源精准自动定位与煤岩应力状态及破裂信息的同步感知。

3、研发了冲击地压危险性全过程智能预测预警方法与云平台。创建了矿井评价探测-区域预测-局部预警递进式冲击地压危险预测预警模式，构建了多元融合智能分级预警方法，研发了基于大数据和云技术的冲击地压多元融合智能预警云平台，实现了冲击地压危险空间分区、危险分级、自主判识与智能预警。

4、创建了冲击地压区域-局部协同调控关键技术应用体系。研发了远场厚硬岩层组地面水力压裂区域卸压源头减震防冲关键技术，开发了近场煤岩“裂-注-排-支”局部治理成套技术装备，创建了远场压裂卸压-近场煤岩弱化-主被动强支护协同调控技术体系，显著提高了西部矿区冲击地压治理效果。

本项目研究成果，在煤炭学报、岩石力学与工程学报、RMRE 等国内外著名学术期刊发表代表性论文 46 篇，授权国内外发明专利 22 件，培养出一支矿山防冲青年人才团队。研究成果已在国内外 30 余座煤矿进行应用。核心研究成果被纳入《防治煤矿冲击地压细则》，推动了我国煤炭工业科学技术进步，社会效益显著。项目成果可辐射至“一带一路”沿线国家，应用推广前景广阔。

#### 四、客观评价

本项目依托国家自然科学基金、陕西省自然科学基金等项目，相关成果写入《防治煤矿冲击地压细则》第 8 条、第 46 条、第 49 条等 12 条。项目关于西部矿区冲击失稳机理、分类分治模式、云平台等论文入选“领跑者 F5000 中国精品科技期刊顶尖学术论文”。此外，中国工程院冯夏庭教授、潘一山教授、国际采矿与岩石力学专家 J. A. Hudson 教授等专家学者给予了积极评价。

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	发明专利	基于卸压裂隙注浆再造防冲隔水层的保水防冲采煤方法	中国	ZL2023 11746796.0	2024.08.27	7322601	西安科技大学	单鹏飞，徐港，来兴平
2	发明专利	基于微波和水交互作用致裂顶板装置及方法	中国	ZL 2023 11803830.3	2024.08.16	7295295	西安科技大学	单鹏飞,杨攀,介凯,孟政,徐港,张龙,郝博佳,李伟,李晨炜,闫成伟,杨通,闫钟铭,史一激
3	发明专利	一种基于微波辐射的小尺寸钻孔群致裂顶板围岩的方法	中国	ZL 2023 11806256.7	2024.08.23	7318001	西安科技大学	单鹏飞,杨攀,梁海龙,闫成伟,李伟,闫钟铭,张龙,杨通,郝博佳,徐港,史一激,李晨炜,孟政
4	发明专利	一种用于监测巷道围岩变形态势的监测装置及方法	中国	ZL 2024 10129809.8	2024.11.12	7513232	西安科技大学	单鹏飞,闫成伟,来兴平,杨攀,史一激,闫钟铭,杨通,李晨炜,李伟
5	发明专利	一种区域性源头防控掘进工作面冲击地压的方法	中国	ZL2022 10978138.3	2024.11.12	7539203	北京科技大学,山东能源集团有限公司,兖煤菏泽能化有限公司赵楼煤矿,中国安全生产科学研究院	朱斯陶,张翔,张修峰,李士栋,李树芳,周涛,王超,刘金海,孔震,曲效成,周广飞,张旭超,陈杨,于正兴

6	发明专利	一种矿震矿井地面水力压裂合理改造尺寸设计方法及系统	中国	ZL2024 10121599.8	2024.04.05	6862811	北京科技大学	朱斯陶,马玉镇,闫才,朱淳,史先锋,朱权洁,温颖远,李佳洁,曲效成
7	发明专利	一种煤矿冲击地压巷道防冲钻孔参数的确定方法	中国	ZL2020 11179285.1	2022.12.16	5650191	辽宁大学,东北大学,辽宁工程技术大学	代连朋,潘一山,肖永惠,王爱文,郑文红,刘飞宇,高乾书,郭建霖
8	发明专利	一种矿井冲击地压多变量智能预报方法	中国	ZL2024 10667273.5	2024.11.15	7521179	西安科技大学	许慧聪,来兴平,单鹏飞,闫钟铭,丁维熙,张帅,贾冲
9	发明专利	一种基于物理约束的冲击地压智能预测方法	中国	ZL2024 10667272.0	2024.11.22	7544886	西安科技大学	许慧聪,来兴平,单鹏飞,闫钟铭,丁维熙,张帅,杨文化
10	发明专利	基于震动-应力双场监测的冲击危险性动态量化预警方法	中国	ZL2020 10706098.8	2022.07.22	5325386	辽宁大学,东北大学,辽宁工程技术大学	代连朋,潘一山,王爱文,肖永惠,李忠华,李国臻,施天威

## 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
单鹏飞	1	副院长	教授	西安科技大学	西安科技大学	单鹏飞为项目第一完成人，牵头本项目整体攻关，揭示了多力源耦合驱动煤岩结构冲击失稳机理，提出了复杂煤岩损伤变形失稳致灾的精细描述技术，实现了围岩动力灾害的有效防控与特厚煤层减损开采。
朱斯陶	2	无	副教授	北京科技大学	北京科技大学	朱斯陶作为主要参与人，设计研发了我国首套自主知识产权的广域宽频一体化高精度微震监测装备，提出了弱化围岩应力和改造围岩结构的冲击地压治理理念和方法。
许慧聪	3	无	副教授	西安科技大学	西安科技大学	许慧聪长期驻扎现场，收集现场微震、地音、CT等数据，协助研发了基于云计算、大数据的冲击地压监测预警平台、煤粉便捷式检验系统等技术装备。
代连朋	4	无	副教授	辽宁大学	辽宁大学	代连朋参与构建了冲击地压多元预警指标体系与多元融合智能互馈分级预警方法，推广应用了煤层开采冲击危险性全过程递进精准化预测预警技术。
王飞	5	一号煤矿副总经理	高级工程师	陕西陕煤黄陵矿业有限公司	陕西陕煤黄陵矿业有限公司	王飞作为陕西陕煤黄陵矿业有限公司相关负责人，开展相关数据的收集分析工作，参与研发了煤层开采冲击地压“卸-支”协同治理技术与装备。
杨文化	6	无	讲师	西安科技大学	西安科技大学	杨文化长期扎根陕北矿区，参与研发了煤层开采冲击危险性全过程递进精准化预测预警技术，积极协助推广“裂-注-排-支”局部防冲技术。
李杰宇	7	无	讲师	西安科技大学	西安科技大学	李杰宇长期驻扎西部矿区现场，系统揭示了近水平厚煤层矿震诱冲机理，参与提出了冲击地压深孔卸压防治方法。
薛雄飞	8	总工程师	高级工程师	陕西有色榆林煤业有限公司	陕西有色榆林煤业有限公司	薛雄飞参与推广了煤层开采冲击地压区域-局部综合防治技术应用体系。
艾川	9	部门经理	高级工程师	陕西延长石油矿业有限责任公司	陕西延长石油矿业有限责任公司	艾川作为陕西延长石油矿业有限责任公司相关负责人，积极推广了煤层开采冲击地压防治“七模块”技术体系。
李根	10	无	无	西安科技大学	西安科技大学	李根长期驻扎现场，收集现场微震、地应力、矿压等数据，参与研发了基于云计算、大数据的冲击地压监测预警平台。

## 七、主要完成单位情况

### 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，完成了坚硬特厚煤层冲击地压智能预警与调控关键技术研究，研制了具有自主知识产权的大型三维室内试验装置系统，揭示了多力源耦合驱动煤岩结构动力学失稳机理；研发了煤层超高压定点水力压裂成套技术；组织了现场相关监测设备的方案设计 & 监测数据分析。

### 2.北京科技大学

北京科技大学作为主要完成单位之一，与西安科技大学合作开展冲击地压智能预警方法领域研究，提出了冲击应力的计算方法，创新了基于“力源辨识、定量叠加、分区定险、类型确定、过程修正”的冲击危险性分阶段全过程预测方法，开发了基于云计算、大数据的冲击地压监测预警平台，研发了广域宽频一体化微震监测系统，研发了单元式防冲支架。

### 3.陕西陕煤黄陵矿业有限公司

陕西陕煤黄陵矿业有限公司作为主要完成单位之一，协助西安科技大学开展现场技术攻关，与西安科技大学合作揭示了基于多种应力叠加驱动围岩结构失稳的冲击地压机理，为有针对性进行冲击地压预测、预警与治理提供了基础；组织了现场相关监测技术方案设计及监测数据的分析，总结了开采后覆岩运动和矿压显现规律。

### 4.北京安科兴业科技股份有限公司

北京安科兴业科技股份有限公司作为主要完成单位之一，参与开发研制了基于云技术和大数据的冲击地压监控预警平台、广域宽频一体化微震监测系统、煤粉便捷式检验系统和智能防冲钻车等技术装备，极大提高了煤矿井下冲击地压防治水平和装备更新。

### 5.陕西延长石油矿业有限责任公司

陕西延长石油矿业有限责任公司作为主要完成单位之一，主要在协助研发基于云技术和大数据的冲击地压监控预警平台、广域宽频一体化微震监测系统、冲击地压发生机制识别、预报与现场调控实施等方面作出贡献。

## 6. 辽宁大学

辽宁大学作为主要完成单位之一，揭示了基于多种应力叠加驱动围岩结构失稳的冲击地压机理，为有针对性进行冲击地压预测、预警与治理提供了基础；组织了现场相关监测技术方案设计及监测数据的分析，总结了开采后覆岩运动和矿压显现规律。

## 7. 陕西有色榆林煤业有限公司

陕西有色榆林煤业有限公司作为主要完成单位之一，参与研发了以“裂-注-排-支”为核心的冲击地压治理技术，提高了煤层开采冲击危险区治理的效率与可靠性；构建了煤层开采冲击地压防治“七模块”技术体系，包括分类、评价、解危、预警、检验、支护和管理等七个模块，为冲击地压有效防治提供了可靠保障。

## 八、完成人合作关系说明

“坚硬特厚煤层冲击地压智能预警与调控关键技术及其装备”项目研制过程中主要完成人共10人，单鹏飞、许慧聪、杨文化、李杰宇、李根5人为西安科技大学成员，朱斯陶为北京科技大学成员，代连朋为辽宁大学成员，王飞为陕西陕煤黄陵矿业有限公司成员，薛雄飞为陕西有色榆林煤业有限公司成员，艾川为陕西延长石油矿业有限责任公司成员，合作期间7个单位在项目研制过程中取得了一系列共同的研究成果。完成人和完成单位按照实际贡献大小依次排名，各完成人和完成单位一致同意其排名。现对完成人合作关系及参与并做出重要贡献说明如下：

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果
1	共同获奖	单鹏飞(1)、许慧聪(3)、杨文化(6)	2017.09.01	2023.12.31	西部深埋强采动煤岩动力学灾变响应机制与协同防控关键技术研究
2	共同项目鉴定	单鹏飞(1)、朱斯陶(2)、代连朋(4)、艾川(9)、李根(10)	2020.01.01	2023.12.31	坚硬特厚煤岩体强采动失稳精准防治关键技术与示范研究
3	共同立项	单鹏飞(1)、许慧聪(3)、王飞(5)、李杰宇(7)、薛雄飞(8)	2020.01.15	2020.03.31	陕西有色榆林煤业有限公司回撤通道设计评价技术服务