

附件5:

煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控关键技术与应用

项目公示内容



| | |
|------|--|
| 项目名称 | 煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控关键技术与应用 |
| 奖项类型 | 科学技术进步奖 |
| 推荐单位 | 华北科技学院 |
| 提名单位 | 廊坊市科学技术局 |
| 项目简介 | <p>我国近 20 个采煤省份有矿震灾害矿井，煤炭开采受到矿震及诱发灾害威胁。煤矿开采型矿震频发，诱发灾害严重，其预测防控难度大。本项目在国家自然科学基金委、中国博士后科学基金会及多个煤炭企业的支持下，历经多年攻关，揭示了煤矿开采型矿震及诱发灾害类型和发生机理，提出了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测预警方法，研发了煤矿开采型矿震及诱发灾害防控关键技术与装备，突破了煤矿开采型矿震灾害防控的技术瓶颈，取得了如下创新成果。</p> <p>1. 揭示了煤矿开采型矿震及诱发灾害类型与发生机理。揭示了“煤层开采—顶板断裂—覆岩运动—矿震”的煤矿开采型矿震发生过程，创新了煤矿开采型矿震分类方法，构建了煤矿开采型矿震诱发井下冲击地压和地面构筑物损害的力学模型，为煤矿开采型矿震及诱发灾害分类防范提供了基础。</p> <p>2. 构建了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测方法。建立基于“顶板运动状态”的煤矿开采型矿震预测模型，推导出煤矿开采型矿震震级计算公式，提出了矿震附加应力和震动损害边界的概念，构建了基于附加应力与静态应力叠加的冲击地压危险性评估方法和基于“开采边界—移动边界—震动边界”的煤矿开采损害评估方法，为煤矿开采型矿震及诱发灾害预测提供了基础。</p> <p>3. 研发了煤矿开采型矿震及诱发灾害空间一体化震动监测技术与装备。提出了煤矿开采型矿震及诱发灾害的空间一体化监测方法，研发了全波形地音监测系统、高精</p> |

| | |
|---------------|---|
| | <p>度微震监测系统、空间立体化地震监测台网和建筑物震动损害监测系统，通过集成创新，形成了分区式全频段一体化震动监测技术，实现了煤矿开采型矿震及诱发灾害的分区分类联合监测及动态预警。</p> <p>4. 研发了煤矿开采型矿震及诱发灾害的协同防控技术与装备。提出了基于顶板裂化和围岩吸能的煤矿开采型矿震及诱发灾害防控方法，揭示了地面直井大规模压裂减震机理和吸能支护抗震机理，研发了以“顶板压裂—围岩弱化—吸能支护”为核心的矿震及诱发灾害防控技术，集成了成套地面钻井压裂防范矿震的装备，开发了控制矿震的地面钻井压裂参数设计系统和煤矿巷道吸能支护装备，提高了煤矿开采型矿震及诱发灾害防控的可靠性。</p> <p>项目成果获国家授权发明专利、软件著作权等知识产权 12 项，起草国家和山东省地方标准 2 项，发表 SCI/EI 论文 30 余篇，出版专著 2 部，相关 3 项技术成果经鉴定达到国际领先或先进水平，相关 3 项国家与省部级科技计划项目已顺利验收。项目成果已在全国 10 余处煤矿进行应用，其中有应用证明的 5 处煤矿近 3 年安全采出受顶板型矿震及诱发灾害威胁的煤炭 1722 万吨，新增销售额 16.57 亿元，新增利润 5.0 亿元，避免了矿震诱发灾害的发生，极大的推动了煤矿安全科技进步，取得了显著的经济和社会效益。</p> |
| 主要完成单位及创新推广贡献 | <p>华北科技学院。（1）根据项目主要研究目标，制定了总体研究方案和技术方案，对主要科技创新 1~5 做出了重要贡献；（2）围绕项目研究内容，依托学校河北省矿井灾害防治重点实验室，进行了人员、资金、场地投入，为项目研究提供了必要的试验仪器与设备支撑；（3）揭示了“煤层开采—顶板断裂—覆岩运动—矿震”的煤矿开采型矿震发生过程，创新了煤矿开采型矿震分类方法，并建立了基于“顶板运动状态”的煤矿开采型矿震预测模型，推导出煤矿开采型矿震震级计算公式；（4）研发了空间立体化地震监测台网，开发了控制矿震的地面钻井压裂参数设计系统、矿震诱发地面震动损害评估系统；（5）推广了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控技术体系，组织了现场相关监测设备的方案设计及监测数据分析；（6）发表学术论文“复合厚煤层巷道掘进冲击地压机制及监测预警技术”等，获得授权发明专利“一种防范煤矿深部双巷布置工作面冲击地压的方法”等，登记软件著作权“矿震能量与震级预测系统”等，起草山东省地方标准“煤矿地震监测台网技术要求”。</p> <p>北京科技大学。（1）围绕项目研究内容，依托学校教育部重点实验室，进行了人员、资金、仪器设备、场地投入，对主要科技创新 1~5 做出了重要贡献；（2）构建了煤矿开采型矿震诱发井下冲击地压和地面构筑物损害的力学模型，提出了基于附加应力与静态应力叠加的冲击地压危险性评估方法和基于“开采边界—移动边界—震动边界”</p> |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|------------------|----------------|-----------|----------------|----------------------------|---------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | <p>的煤矿开采损害评估方法；（3）研发了高精度微震监测系统和建筑物震动损害监测系统，并通过集成创新，开发了分区式全频段一体化震动监测技术；（4）集成了成套地面钻井压裂防范矿震的装备，并开展了现场试验；（5）发表学术论文“Investigating the width of isolated coal pillars in deep hard-strata mines for prevention of mine seismicity and rockburst”等，获得授权发明专利“一种深井高应力大巷煤柱释能改性防治冲击地压的方法”，登记软件著作权“矿震诱发地面震动损害评估系统”等。</p> <p>辽宁工程技术大学。（1）围绕项目研究内容，依托学校辽宁省矿山动力灾害防控技术与装备工程研究中心，进行了人员、资金、仪器设备、场地投入，对主要科技创新 5 做出了重要贡献；（2）提出了吸能支护参数设计方法，研发了吸能液压支架；（3）开展了吸能液压支架抗冲击试验，推广了以“顶板压裂—围岩弱化—吸能支护”为核心的矿震及诱发灾害防控技术；（5）发表学术论文“煤矿冲击地压巷道三级吸能支护的强度计算方法”，参与起草山东省地方标准“煤矿地震监测台网技术要求”。</p> <p>山东思科赛德矿业安全工程有限公司。（1）围绕项目研究内容，进行了人员、资金、仪器设备、场地投入，对主要科技创新 3 做出了重要贡献；（2）研发了全波形地音监测系统、空间立体化地震监测台网；（3）推广了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控技术体系；（4）参与起草山东省地方标准“煤矿地震监测台网技术要求”。</p> <p>北京安科兴业股份有限公司。（1）围绕项目研究内容，进行了人员、资金、仪器设备、场地投入，对主要科技创新 3 做出了重要贡献；（2）研发了高精度微震监测系统和建筑物震动损害监测系统；（3）推广了分区式全频段一体化震动监测技术；（4）发表学术论文“复合厚煤层巷道掘进冲击地压机制及监测预警技术”等。</p> | | | | | | | | | |
| 应用情况 及效益情 况 | <p>项目成果已在全国 10 余处煤矿进行应用，其中有应用证明的 5 处煤矿近 3 年安全采出受顶板型矿震及诱发灾害威胁的煤炭 1722 万吨，新增销售额 16.57 亿元，新增利润 5.0 亿元，避免了矿震诱发灾害的发生，极大的推动了煤矿安全科技进步，取得了显著的经济和社会效益。</p> | | | | | | | | | |
| 主要知识产权和标准规范等目录 | | | | | | | | | | |
| 序 号 | 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 | 是否 包 含 河 北 省 完 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--|--------|------------------|------------|------------------------------|--|--|--------|-----------------------------|
| | | | | | | | | | | 成 单 位/ 完 成 人 |
| 1 | 发 明 专 利 | 一种防范 煤矿深部 双巷布置 工作面冲 击地压的 方法 | 中 国 | ZL201911233045.2 | 2021.4.9 | 4354793 | 华 北 科 技 学 院 | 刘金海， 朱斯陶， 高林生， 朱权洁， 董续凯， 王博，崔 彦虎，张 尔辉 | 有 效 | 是 |
| 2 | 发 明 专 利 | 一种深井 高应力大 巷煤柱释 能改性防 治冲击地 压的方法 | 中 国 | ZL201910425018.9 | 2020.12.1 | 4125337 | 北 京 科 技 大 学 | 朱斯陶， 董续凯， 姜福兴， 刘金海， 马玉镇 | 有 效 | 是 |
| 3 | 发 明 专 利 | 一种巷道 支护锚杆 破断控制 方法及结 构 | 中 国 | ZL201710780873.2 | 2019.10.22 | 3566506 | 华 北 科 技 学 院 | 刘金海， 高林生， 朱权洁， 李昊 | 有 效 | 是 |
| 4 | 软 件 著 作 权 | 控制矿震 的地面钻 井压裂参 数设计系 统 V1.0 | 中 国 | 2020SR1721740 | 2020.12.03 | 6522712 | | 刘金海， 朱斯陶， 王悦平， 高林生 | 有 效 | 是 |
| 5 | 软 件 著 作 权 | 矿震诱发 地面震动 损害评估 系统 V1.0 | 中 国 | 2020SR1672266 | 2020.11.28 | 6473238 | | 刘金海， 朱斯陶， 王悦平， 高林生 | 有 效 | 是 |
| 6 | 软 件 著 作 权 | 矿震能量 与震级预 测 系 统 V1.0 | 中 国 | 2020SR1672265 | 2020.11.28 | 6473237 | | 刘金海， 朱斯陶， 王悦平， 高林生 | 有 效 | 是 |
| 7 | 地 方 标 准 | 煤矿地震 监测台网 技术要求 | 中 国 | DB37/T 4294-2020 | 2020.12.30 | 山 东 省 市 场 监 督 管 理 局 | 山 东 省 地 震 局、泰 安 基 准 地 震 台、华北科 技学院、山 东 能 源 集 | 刘敏，曲 保安，刘 金海，张 修峰，张 治高，徐 放艳，张 | 有 效 | 是 |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|--|----|-----------|-----------|----------|--|---|--|--|
| | | | | | | | 团有限公司、山东思科赛德矿业安全工程有限公司、辽宁工程技术大学、北京港震科技股份有限公司 | 寅，刘瑞峰，周银兴，陈传华，王超，蔡伟光 | | |
| 8 | 论文 | 复合厚煤层巷道掘进冲击地压机制及监测预警技术 | 中国 | 0253-9993 | 2020.5.15 | 煤炭学报 | 北京科技大学、华北科技学院、兖矿新疆矿业有限公司、北京安科兴业科技股份有限公司，北京 | 朱斯陶、姜福兴、刘金海、王高昂、王绪友、姜亦武、曲效成、徐怀阁、宁廷洲 | | |
| 9 | 论文 | 煤矿冲击地压巷道三级吸能支护的强度计算方法 | 中国 | 0253-9993 | 2020.9.15 | 煤炭学报 | 辽宁工程技术大学、辽宁大学、煤炭科学研究总院、中国矿业大学、华北科技学院、东北大学 | 王爱文、潘一山、齐庆新、徐连满、高明仕、刘金海、代连朋、肖永惠 | | |
| 10 | 论文 | Investigating the width of isolated coal pillars in deep hard-strata mines for prevention of mine seismicity and rockburst | 欧洲 | 1996-1073 | 2020.8.19 | energies | University of Science and Technology Beijing , Shandong Energy Group Company Limited , North China Institute of Science and Technology | Bo Wang、Sitao Zhu 、Fuxing Jiang 、Jinhai Liu 、Xiaoguang Shang 、Xiufeng Zhang | | |

| 主要完成人情况 | | | | | | |
|---------|-----|------|----------|----------|--|----------------------------|
| 排名 | 姓名 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 | 曾获科学技术奖励情况 |
| 1 | 刘金海 | 教授 | 华北科技学院 | 华北科技学院 | 本项目负责人，对主要科技创新 1、2 3、4、5 做出了创新性贡献。揭示了“煤层开采—顶板断裂—覆岩运动—矿震”的煤矿开采型矿震发生过程，创新了煤矿开采型矿震分类方法，建立了基于“顶板运动状态”的煤矿开采型矿震预测模型，提出了煤矿开采型矿震及诱发灾害的空间一体化监测方法，研发了空间立体化地震监测台网，发明了防范矿震诱发巷道支护锚杆破断的方法，推广了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控技术体系。 | 2017 年度河北省科技进步二等奖，排名 1 |
| 2 | 朱斯陶 | 讲师 | 北京科技大学 | 北京科技大学 | 是本项目的主要研究人员，对主要科技创新 1、3、4、5 做出了创新性贡献。创新了基于力源与围岩结构的煤矿冲击地压工程分类方法，提出和实践了煤矿冲击地压“卸-支”协同治理理念，研发了基于围岩应力弱化与结构改造的冲击地压治理方法，构建了煤矿冲击地压防治“七模块”技术体系。 | 2018 年度中国煤炭工业科学技术二等奖，排名 1 |
| 3 | 王爱文 | 副教授 | 辽宁工程技术大学 | 辽宁工程技术大学 | 是本项目的主要研究人员，对主要科技创新 5 做出了创新性贡献。提出了吸能支护参数设计方法，研发了吸能液压支架，开展了吸能液压支架抗冲击试验，推广了以“顶板压裂—围岩弱化—吸能支护”为核心的矿震及诱发灾害防控技术。 | 2018 年度中国煤炭工业科学技术一等奖，排名 12 |
| 4 | 姜福兴 | 教授 | 北京科技大学 | 北京科技大学 | 本项目主要研究人员，对主要科技创 | 2012 年度国家 |

| | | | | | | |
|---|-----|-------|----------------|----------------|--|----------------------------|
| | | | | | 新 2、5 做出了创新性贡献。构建了基于附加应力与静态应力叠加的冲击地压危险性评估方法和基于“开采边界—移动边界—震动边界”的煤矿开采损害评估方法，开发了控制矿震的地面钻井压裂参数设计系统。 | 科技进步二等奖，排名 5 |
| 5 | 曲效成 | 高级工程师 | 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 | 本项目主要研究人员，对主要科技创新 3 做出了贡献。研发了高精度微震监测系统和建筑物震动损害监测系统，推广了分区式全频段一体化震动监测技术，开展了矿震诱发井下冲击防治试验。 | 2019 年度河北省科技进步二等奖，排名 7 |
| 6 | 高林生 | 讲师 | 华北科技学院 | 华北科技学院 | 本项目主要研究人员，对主要科技创新 2、4 做出了贡献。参与开发了矿震能量与震级预测系统、矿震诱发地面震动损害评估系统、控制矿震的地面钻井压裂参数设计系统，开展了煤矿开采型矿震及诱发灾害防控现场试验。 | 2017 年度河北省科技进步二等奖，排名 7 |
| 7 | 王悦平 | 讲师 | 华北科技学院 | 华北科技学院 | 本项目主要研究人员，对主要科技创新 2、4 做出了贡献。参与开发了矿震能量与震级预测系统、矿震诱发地面震动损害评估系统、控制矿震的地面钻井压裂参数设计系统，推广了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控技术体系。 | 2018 年度中国煤炭工业科学技术二等奖，排名 13 |
| 8 | 张寅 | 教授 | 辽宁工程技术大学 | 辽宁工程技术大学 | 本项目主要研究人员，对主要科技创新 3 做出了贡献。参与起草了煤矿地震监测台网技术要求，推广了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控技术体系。 | |
| 9 | 王高昂 | 博士生 | 北京科技大学 | 北京科技大学 | 本项目主要研究人员，对主要科技创新 4 做出了创新性贡献。协助集成了成套地面钻井压裂防范矿震的装备，参与开发了控制矿震的地面钻井压裂参数设计系统，通过现场应用地面直 | |

| | | | | | | |
|----|-----|-----|------------------|------------------|---|--|
| | | | | | 井压裂技术获得了本项目研究的基础数据。 | |
| 10 | 徐放艳 | 工程师 | 山东思科赛德矿业安全工程有限公司 | 山东思科赛德矿业安全工程有限公司 | 本项目主要研究人员，对主要科技创新3做出了贡献。研发了全波形地音监测系统、空间立体化地震监测台网，推广了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测防控技术体系。 | |

完成人合作关系说明

本项目在第一完成人的组织协调下，主要完成人在煤矿开采型矿震及诱发灾害分类、预测、监测、防控技术与装备等方面开展了深入的合作。完成人合作关系具体说明如下：

(1) 煤矿开采型矿震及诱发灾害工程分类方法创新方面。刘金海是新工程分类方法的提出者，朱斯陶、曲效成等完成人细化了矿震诱发灾害类型，优化了煤矿开采型矿震及诱发灾害工程分类的程序，并积极进行了现场推广。上述完成人进行了密切合作。

(2) 煤矿开采型矿震及诱发灾害预测方法创新方面。刘金海、朱斯陶、高林生、王悦平提出了煤矿开采型矿震及诱发灾害预测方法，开发了矿震诱发地面震动损害评估系统；刘金海、朱斯陶、姜福兴发表了论文《Investigating the width of isolated coal pillars in deep hard-strata mines for prevention of mine seismicity and rockburst》。上述完成人进行了密切合作。

(3) 煤矿开采型矿震及诱发灾害监测技术与装备创新方面。刘金海、张寅、徐放艳等完成人研发了矿山地震监测系统，起草了山东省地方标准《煤矿地震监测台网技术要求》；刘金海、姜福兴、朱斯陶、王高昂、曲效成等完成人提出了基于“地音大事件”的矿震诱发灾害监测预警方法，共同发表了论文《复合厚煤层巷道掘进冲击地压机制及监测预警技术》。上述完成人进行了密切合作。

(4) 煤矿开采型矿震及诱发灾害防控技术与装备创新方面。刘金海、朱斯陶、王悦平、高林生等完成人研发了构建了控制矿震的地面钻井压裂技术，集成了成套地面钻井压裂防范矿震的装备，开发了控制矿震的地面钻井压裂参数设计系统；刘金海、姜福兴、朱斯陶研发了高应力大巷煤柱释能改性防范矿震诱发灾害的方法；刘金海、朱斯陶、高林生研发了防范煤矿深部双巷布置工作面矿震诱发灾害的方法；刘金海、王爱文研发了煤矿巷道围岩抗震支护结构，提出了三级吸能支护强度计算方法；刘金海、高林生提出了煤矿巷道围岩支护锚杆破断控制方法，设计了防止锚杆破断的结构。上述完成人进行了密切合作。

(5) 煤矿开采型矿震及诱发灾害防控现场技术推广方面。刘金海、朱斯陶、王高昂、曲效成、高林生、王悦平等完成人共同推广本项目技术成果，进行了密切合作。

完成人合作关系情况汇总表

| 序号 | 合作方式 | 合作者/项目排名 | 合作时间 | 合作成果 | 备注 |
|----|------|-------------------|-----------------|--------------------------|----|
| 1 | 专利合作 | 刘金海/1、朱斯陶/2、高林生/3 | 2017.12-2019.12 | 一种防范煤矿深部双巷布置工作面冲击地压的方法 | |
| 2 | 专利合作 | 朱斯陶/1、姜福兴/3、刘金海/4 | 2019.5-2020.12 | 一种深井高应力大巷煤柱释能改性防治冲击地压的方法 | |

| | | | | | |
|----|-----------------------|---|-----------------|---|--|
| 3 | 专 利 合作 | 刘金海/1、高林 生/2 | 2017.9-2019.12 | 一种巷道支护锚杆破断控制方法及结 构 | |
| 4 | 软 件 著作 权 合 作 | 刘金海/1, 朱斯陶 /2, 王悦平/3, 高 林生/4 | 2018.6-2020.11 | 矿震能量与震级预测系统 | |
| 5 | 软 件 著作 权 合 作 | 刘金海/1、朱斯 陶/2、王悦平/3、 高林生/4 | 2019.1-2020.12 | 矿震诱发地面震动损害评估系统 | |
| 6 | 软 件 著作 权 合 作 | 刘金海/1、朱斯 陶/2、王悦平/3、 高林生/4 | 2019.12-2020.12 | 控制矿震的地面钻井压裂参数设计系 统 | |
| 7 | 共 同 立项 | 刘金海/1、高林 生/4、王悦平/5 | 2016.1-2018.12 | 深厚表土煤层冲击地压模式研究 | |
| 8 | 共 同 起草 标准 | 刘金海/3、徐放 艳/6、张寅/7 | 2018.1-2020.12 | 煤矿地震监测台网技术要求 | |
| 9 | 论 文 合 著 | 朱斯陶/1、姜福 兴/2、刘金海/4、 王高昂/4、曲效 成/7 | 2017.11-2020.5 | 复合厚煤层巷道掘进冲击地压机制及 监测预警技术 | |
| 10 | 论 文 合 著 | 王爱文/1、刘金 海/6 | 2018.4-2020.5 | 煤矿冲击地压巷道三级吸能支护的强 度计算方法 | |
| 11 | 论 文 合 著 | Sitao Zhu (朱斯 陶) /2、Fuxing Jiang (姜福兴) /3、Jinhai Liu (刘金海) /4 | 2018.12-2020.12 | Investigating the width of isolated coal pillars in deep hard-strata mines for prevention of mine seismicity and rockburst | |