高硫湿热矿井煤自燃特性及精准预防关键技术

公示信息——科技进步类

一、项目名称

高硫湿热矿井煤自燃特性及精准预防关键技术

二、提名单位及单位意见

提名单位：四川省应急管理厅

提名意见：该项目主要针对四川地区矿井高硫湿热的自燃特征，通过理论分析、实验测试、数值模拟、工业应用等手段，建立了多因素对煤自燃机理的作用模型，揭示了多因素协同作用煤自燃动力学机制，开发了综合瓦斯、温度、压力等特征信息的煤自燃危险区域预测模型，研制了纳米无机阻化剂配方并揭示了其抑制煤自燃的配位阻化机理，掌握了惰化煤关键基团的功能化离子液体阻化配方，开发了离子液体-纳米无机阻化协同防控配套应用装置，提出了高硫湿热开采煤层自燃“时空-靶向-适配”的协同防控技术体系，实现了高硫湿热开采煤自燃的协同与精准预防。

提名该项目为四川省科技进步奖。

1. 项目简介

四川矿区煤层独特的赋存条件，造就了矿井“高硫湿热”的特征。其实质是水与煤容易发生溶胀作用并与煤中的伴生黄铁矿发生化学反应，极易引起煤自燃。针对高硫湿热作用下煤自燃机理不清、危险区域难以精准判定、传统阻化剂对高硫湿热煤难以形成高效阻化等三大关键科学问题，取得以下创新性研究成果：（1）掌握了多因素（硫分、水）对煤自燃关键活性基团的作用特征，构建了多因素作用下活性基团演变与放热量变化的内在关联机制，确定了多因素作用煤自燃动力学模型，掌握了多因素协同作用煤自燃的热动力学机制，揭示了多因素作用煤自燃的时空演化机理。（2）提出了采空区气体和温度离散数据三维分布场重建方法，实现了采空区危险区域实时判定和发展演化态势预测。掌握了高温点形成过程及动态演化规律，提出了煤自燃危险区域反演识别方法。（3）研制了针对多因素作用煤自燃的纳米无机阻化材料，揭示了纳米无机阻化材料抑制煤自燃机理。率先提出了靶向惰化关键活性基团的阻化方法，研制了用于惰化关键活性基团反应的功能化离子液体阻化剂，实现了煤氧化自燃的靶向精准阻化。（4）开发了离子液体阻化剂装备及应用工艺，实现了采空区煤自燃危险区域的定向阻化。研发了纳米无机阻化材料生产发生装置应用工艺，实现了纳米无机材料阻化煤自燃的经济性及绿色环保性。形成了针对湿热矿井的燃“时空-靶向-适配”的协同防控技术体系，实现了煤自燃的协同预控。

四、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 |
| 发明专利 | 一种煤矿井下雾化阻燃防灭火方法及系统 | 中国 | CN10527332B | 2018.10.12 | 3107325 | 四川省煤炭产业集团有限公司 | 陈曦、金永飞唐金陵、成艳英、伍后荣、周煜、刘永加 | 有效 |
| 发明专利 | 一种煤矿离子液体阻化剂的回收方法 | 中国 | CN106590809B | 2019.09.27 | 3542564 | 西安科技大学 | 邓军、肖旸、白祖锦、徐启铭、王彩萍、易欣 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于稀土类水滑石的煤自燃阻化剂及其制备方法 | 中国 | CN110005464B | 2019.04.22 | 4085213 | 西安科技大学 | 文虎、刘博、金永飞、程方明、张铎、李毅恒 | 有效 |
| 发明专利 | 温敏阻燃微胶囊及制备方法及包含该胶囊的硅胶泡沫材料 | 中国 | CN108250487B | 2019.11.12 | 3595081 | 西安科技大学 | 邓军;康付如;焦冬生;王伟峰;易欣;张嬿妮;刘志超 | 有效 |
| 实用新型 | 一种利用微波加热的煤自燃程序控温系统 | 中国 | CN214174941U | 2021.09.10 | 14159147 | 西安科技大学 | 石群;高鲁晗;尹岚;曹勇;肖旸;王亚超;李青蔚;芦星 | 有效 |
| 实用新型 | 一种基于重力热管调控的煤田火区热能转化分析系统 | 中国 | CN212301383U | 2021.01.01 | 12271327 | 西安科技大学 | 钟凯琪;白广余;肖旸;李青蔚;芦星;尹岚;张浩;刘昆华;叶星星;张红梅;徐凡;孟曦 | 有效 |
| 实用新型 | 一种氡在煤岩体多孔介质中迁移参数的采集装置 | 中国 | CN106703887B | 2016.06.29 | 5319574 | 西安科技大学 | 张铎、许延辉、刘博、张辛亥、费金彪 | 无效 |
| 实用新型 | 一种矿用离子液体阻化剂的回收装置 | 中国 | CN209302320U | 2019.08.27 | 9291485 | 西安科技大学、四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 王彩萍;蒋志刚;侯亚男;肖旸;吴祥义;白祖锦;徐家雷; 张玉涛;陈炜乐 | 有效 |
| 实用新型 | 一种矿用离子液体阻化剂的净化装置 | 中国 | CN209052511U | 2019.07.02 | 904088 | 西安科技大学、四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 邓军;蒋志刚;李航;王彩萍;肖旸;吴祥义;白祖锦;徐家雷 | 有效 |
| 实用新型 | 一种矿用离子液体阻化剂喷洒装置 | 中国 | CN209005977U | 2019.06.21 | 9000978 | 西安科技大学、四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 邓军;白祖锦;刘丽;王彩萍;肖旸;蒋志刚;王金华;陈靓;饶孜 | 有效 |

五、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 | 对本项目技术创造性贡献 |
| 王彩萍 | 1 | 救援系书记 | 教授 | 西安科技大学 | 西安科技大学 | 项目总负责人，统筹本项目目标，规划项目整体研究思路和项目整体实施计划，并对本项目创新点做出重要贡献。 |
| 陈曦 | 2 | 所长助理 | 高级工程师 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 项目主要负责人，组织项目规划和实施，揭示了多因素作用煤自燃的时空演化机理 |
| 张铎 | 3 | 无 | 讲师 | 西安科技大学 | 西安科技大学 | 项目主要完成人，主要负责项目现场应用组织管理，提出了针对湿热矿井的燃“时空-靶向-适配”的协同防控技术体系。 |
| 朱明建 | 4 | 部长 | 高级工程师 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 项目主要完成人，负责项目现场装置应用，提出了采空区气体和温度离散数据三维分布场重建方法 |
| 康付如 | 5 | 无 | 讲师 | 西安科技大学 | 西安科技大学 | 负责项目基础理论实验研究，提出了煤自燃危险区域反演识别方法 |
| 王卓 | 6 | 部长 | 正高级经济师 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 项目组织实施，负责工业试验、应用等工作，进行了离子液体与纳米无机材料的工业性试验。 |
| 李青蔚 | 7 | 无 | 副教授 | 西安科技大学 | 西安科技大学 | 防灭火材料方案设计及实施，研制了针对多因素作用煤自燃的纳米无机阻化材料，揭示了纳米无机阻化材料抑制煤自燃机理 |
| 蒋志刚 | 8 | 副所长 | 高级工程师 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 四川省煤炭产业集团有限责任公司 | 对本项目第三项创新点做出重要贡献，参与了多因素作用煤自燃的纳米无机阻化材料的研发，并参与现场工业试验 |
| 李学文 | 9 | 副总工程师 | 工程师 | 筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司 | 筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司 | 为离子液体阻化剂装备及应用工艺的研发提出了建设性意见和建议，并进行了工业性试验。 |
| 杨成 | 10 | 副总工程师 | 工程师 | 筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司 | 筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司 | 负责指导离子液体阻化剂装备及应用工艺的研发，并进行了工业性试验，实现了采空区煤自燃危险区域的定向阻化。 |

六、主要完成单位情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 单位名称 | 排名 | 单位性质 | 对项目科技创新和应用推广情况的贡献 |
| 四川煤炭产业集团有限责任公司 | 1 | 省属国有企业 | 负责项目研究过程中的技术推广应用及效果评价工作 |
| 西安科技大学 | 2 | 高等院校 | 负责项目研究方案的论证和技术路线的制定等；负责本项目的试验方法和技术研发、效果分析及现场应用推广工作 |
| 筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司 | 3 | 省属国有企业 | 负责本项目成果的论证以及监督现场工程应用、效果分析及基础数据量测工作 |