一、项目基本情况

项目名称：煤自燃隐蔽火源监测识别及治理技术

主要完成人：邓军、肖旸、王彩萍、王伟峰、翟小伟、马砺、张嬿妮、王凯、易欣、赵婧昱、李青蔚

完成单位：西安科技大学

二、提名单位及提名意见

提名单位：陕西省教育厅

提名意见：

煤自燃隐蔽火源监测识别及灾害防治是煤矿安全领域的世界性难题。该项目针对煤火灾害动态感知与主动防控需要解决的关键科学技术问题，在国家自然科学基金重点项目、面上项目、973计划前期研究专项、国家国际科技合作项目等支持下，确定了精准表征煤自燃程度的分级预警气体指标及判定准则，提出了采空区隐蔽火源位置多信息融合判定、反演识别定位和火区危险性动态判定等方法，开发了采空区煤自燃隐蔽火源信息动态监测及预警云平台，研发了液态二氧化碳直注抑爆、绿色胶体阻化泡沫高效灭火等关键防控技术，实现了煤自燃灾害由被动治理向主动防控的根本转变，为煤矿热动力灾害精准防控的进步及煤矿安全生产水平的提升做出了重大贡献。

该项目有效发明专利16项，主要技术成果已在全国20多个省（市、自治区）以及俄罗斯、孟加拉和越南等国的煤矿推广应用，产生了显著的经济和社会效益。

该项目技术创新突出，兼顾前沿性和实用性，提升了我国煤矿的安全保障能力，对煤自燃灾害的早期预警与科学防控具有重要的实际意义和应用价值。

我单位认真审阅了该推荐材料及完成人资格，确认推荐材料真实有效，相关栏目符合填写要求。

同意推荐该项目为高等学校科学研究优秀成果奖（技术发明）二等奖。

三、项目简介

该项目属于矿山安全技术领域。

我国煤矿煤层赋存及开采条件复杂，灾害种类繁多且并存、互为诱因，灾害环境复杂多变。其中煤火灾害是我国煤矿开采面临的亟待解决的重大灾害事故，严重威胁矿井安全生产。

煤火灾害的精准防控一直是煤矿安全领域亟待解决的世界性难题。本项目主要围绕煤自燃危险性判定、隐蔽火源动态感知及精准定位、煤火灾害主动防控三大科学技术问题，开展了系统的研究与攻关，确定了精准表征煤自燃程度的分级预警气体指标及判定准则，提出了采空区隐蔽火源位置多信息融合判定与反演识别方法，开发了采空区煤自燃隐蔽火源信息动态监测和感知预警平台，研发了液态二氧化碳直注抑爆、绿色胶体阻化泡沫高效灭火等关键防控技术。主要创新成果如下：

（1）煤火灾害识别及危险性判定方法。提出了煤自燃程度七阶段精准表征方法，建立了煤自燃分级预警准则；提出了采空区隐蔽火源位置多信息融合判定与反演识别方法，建立了数据驱动的煤自燃危险程度推演模型，实现了采空区煤自燃火源的准确判定。

（2）煤火灾害动态感知预警技术。研制出采空区煤自燃多参数无线监测系统及装置，实现了采空区“气体-温度-压差”高密度网络化动态监测；开发了煤火灾害动态预警云平台，实现了大面积采空区信息的动态感知及早期预警。

（3）煤自燃火区防控关键技术。发明了地面和井下液态二氧化碳保压直注工艺及系统装备，提升了二氧化碳降温抑爆的效能；研发了稳泡时间长、成本低的绿色胶体阻化泡沫材料及配套装备，实现了采空区立体空间隐蔽火源的有效防控。

项目授权有效发明专利16项，实用新型专利20项；软件著作权6项；论文60篇，其中SCI、EI收录30篇。主要技术成果已在全国20多个省（市、自治区）以及俄罗斯、孟加拉和越南等国的煤矿推广应用，产生了显著的经济和社会效益。

四、主要知识产权证明目录（限10条）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 成果名称 | 颁奖单位 | 类型 | 时间 | 发明人 |
|  | 基于指标气体的采空区煤自燃危险程度判别与预警方法 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2017.11 | 邓军、王伟峰、王彩萍、张嬿妮、翟小伟等 |
|  | 松散煤体内气体热扩散测试用实验装置 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2017.11 | 翟小伟、王凯、王伟峰、肖旸、马砺 |
|  | 一种煤矿采空区防灭火的漏风隔离材料及施工方法 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2017.08 | 马砺、文虎、王伟峰 |
|  | 基于热动力灾害多参数时空演化分析实验台的实验方法 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2016.09 | 邓军等 |
|  | 煤最短自然发火期与自然发火特性参数测试装置及方法 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2016.01 | 文虎、邓军 |
|  | 采空区温度场高密度网络化无线监测装置及方法 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2015.10 | 邓军、王伟峰等 |
|  | 自重载荷下注浆充填材料的模板侧压 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2015.06 | 邓军、文虎等 |
|  | 煤自燃高温程序升温装置及利用该装置的测试方法 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 发明专利 | 2015.04 | 邓军、文虎等 |
|  | 煤自燃指标气体无线传感器网络监测系统 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 实用新型 | 2016.04 | 邓军、王伟峰等 |
|  | 胶体阻化材料发泡性能测定装置 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 实用新型 | 2014.01 | 邓军、王伟峰等 |

五、应用情况

项目主要成果及其转化形成的产品，在陕西、山东、宁夏、新疆、山西、内蒙等全国20多个省（市、自治区）以及孟加拉、俄罗斯和越南等国推广应用，取得了显著的经济和社会效益，有力地推动了矿井煤火灾害防控技术的发展。

六、科学意义和价值

1、提出了煤自燃程度七阶段精准表征方法，建立了煤自燃分级预警准则；提出了采空区隐蔽火源位置多信息融合判定与反演识别方法，建立了数据驱动的煤自燃危险程度推演模型。

2、提出了采空区气体-温度-压差高密度网络化动态监测方法，研制出采空区煤自燃多参数无线监测装置；开发了煤火灾害动态预警云平台。

3、研制了矿用移动式液态二氧化碳系统；研发了绿色胶体阻化泡沫材料及系统装备，实现了采空区隐蔽高位区域自燃隐患的安全隔离、快速抑爆和高效灭火。

七、客观评价、知情同意证明等

**1. 国内外同行及学术界评价**

（1）美国煤炭地质学会原主席、国际知名煤火专家Glenn B. Stracher教授高度评价项目成果，受其邀请合作编著了学界重要专著《Coal and Peat Fires: A Global Perspective》。

（2）德国宇航中心首席科学家Claudia Kuenzer在国际期刊International Journal of Coal Geology上对本项目开发的胶体阻化泡沫灭火技术评价认为：该材料结合了固体颗粒和水的优点，对煤火灾害的防治起到了很好的降温、阻化和封堵作用。

（3）学术论文“Experimental studies of spontaneous combustion and anaerobic cooling of coal”成为ESI论文，并获得了陕西省第十三届自然科学优秀学术论文二等奖；学术论文“煤自燃高温贫氧氧化燃烧特性参数的实验研究”和“不同变质程度煤二次氧化自燃的微观特性试验”被中国煤炭学会分别评为《煤炭学报》2015、2016年度影响力优秀学术论文。

（4）受邀参加国际学术会议并作特邀报告16次（2018IMVC、2017EGU、2016ICMCT、2013WMC、2011SME、2010ICCFR2等）。

（5）国家自然科学基金重点项目“煤田火区形成演化过程及灭控理论与方法研究（51134019）”经国家自然科学基金委员会组织专家验收，认为该项目“揭示了煤田火区气固非控燃烧的动力学机制，提出了火区范围和燃烧程度的反演计算方法”，验收结果为优秀。

（6）项目的主要技术成果“矿井火灾多源信息融合预警及控制技术研究”、“煤自燃分级预警与主动防控技术研究”、“煤田火区动态演化规律及控制新技术研究”、“大倾角煤层负煤柱开采自燃监测及防控技术研究”、“煤矿液态CO2保压直注高效防灭火技术的研究与应用”、“深井高地温综放开采防灭火技术研究与应用”和“深井高地温矿井综放采空区惰化降温防灭火技术”，分别经陕西省科学技术厅、山东省科学技术厅、原国家安全生产监督管理总局和中国煤炭工业协会组织行业院士及专家鉴定，均达到国际领先水平。

**2. 相关资质及权威认证**

（1）核心创新技术被编入行业标准《安全高效现代化矿井技术规范》（2012）和《煤矿灌浆防灭火技术规范》（2013）。

（2）研发的矿用移动式液态二氧化碳灭火抑爆系统被原国家安全生产监督管理总局指定为全国矿山救护大队必备救灾装备（2011）。

**3. 社会评价**

（1）山东省人民政府：“长期以来给予我省工业经济发展以巨大支持，促进一大批技术创新成果向山东转移并实现产业化。特别是在与兖矿集团公司合作完成的‘煤层火灾隐患识别与控制技术研究’，实现了产学研合作创新的新突破”。

（2）孟加拉国能源部部长Mr. Selim Uddin评价：“……来自中国的防灭火技术团队，以高超的技术水平、有效的工作扑灭了BARAPUKURIA煤矿火灾，保障了煤矿的安全生产，为孟加拉国煤炭经济发展做出了巨大贡献。”