**2023年度四川省科学技术奖提名**

**公示内容**

一、项目名称

急倾斜厚煤层智能化综采工作面沿空留巷关键技术及应用

二、提名者及提名意见

提名单位：四川省应急管理厅

提名意见：项目依托四川川煤石洞沟煤业公司，针对急倾斜厚煤层矿山压力与顶板岩层破断机理、智能化开采沿空留巷的 难题，开展了系统深入的研究与工程示范，揭示了急倾斜厚煤层智能化开采岩层移动与破断机理，分析了顶板 岩层移动的“厂”型结构，划分了采场围岩破坏的“偏转椭圆”型圈，采场三区三带的空间范围，为急倾斜煤 层智能化综采沿空留巷提供了理论支撑。分析了采动作用下采区巷道的围岩的应力与变形规律，松动圈的范围， 提出了走向长壁俯伪斜智能综合机械化采煤法沿空留巷理论与方法，并成功应用于石洞沟煤矿31111工作面。 发明了“弓型柔性掩护支架+锚网索”联合护巷技术，有效利用急倾斜煤层顶板的自动充填特性和矿山压力， 形成了刚柔并举、抗强冲击的护巷结构，保障了巷道成型和稳定性，解决了急倾斜煤层综采沿空留巷的难题。

提名该项目为2023年度四川省科学技术进步奖。

三、项目简介

我国煤矿以井工开采为主，回采巷道占60%，为了煤矿安全生产，绝大部分采区巷道采用留煤柱护巷，导致煤炭损失量巨大，约占全矿煤炭损失总量的40%。智能化综采工作面采区巷道断面较大，采动强度大，且大部分为软岩（煤岩、泥岩、页岩），随着煤炭资源开发不断向深部延伸，地应力增大，巷道支护困难，护巷煤柱宽度越留越大，煤炭采出率大幅降低，巷道支护与维护成本大幅度增加，而沿空留巷一般可使煤炭采出率提高10～20%，因此，采用沿空留巷，实现一巷两用、提高煤炭回采率、延长矿井服务年限等具有重要意义。

当前，综采工作面沿空留巷方法有矸石装袋堆码支护，支护强度低、效果差；混凝土墩柱护巷，墩柱之间的矸石易滚动，造成巷道封堵；砌筑预制混凝土块墙支护，施工效率较低，存在墙体受力不均，产生不同程度的破坏；柔模沿空留巷，适用于变形小的硬岩巷道，不适用大变形的软岩巷道，施工过程影响采煤；泵送胶结充填支护，支护效果好，成本偏高，施工过程影响采煤；切顶成巷只适用于近水平和缓倾斜煤层。为了实现急倾斜煤层沿空留巷，还需研发更高效、安全、适用、经济的超前加固沿空留巷技术，项目以四川川煤集团石洞沟煤矿为研究背景，通过实验与理论研究、数值模拟、现场监测，取得了4项创新点如下：

（1）创新点一：揭示了急倾斜厚煤层采场岩层移动的“厂”型结构，获得了老顶破断的“偏转椭圆”型圈、采场“三区三带”的空间范围，为沿空留巷提供了理论支撑。

（2）创新点二：修正了Duncan-Chang本构模型，提出了煤岩蠕变断裂判据，圈定了巷道的塑性区范围，为沿空留巷提供了理论支撑。

（3）创新点三：发明了“弓型柔性掩护支架+锚网索”联合护巷技术，攻克了急倾斜厚煤层智能化综采工作面沿空留巷的难题，实现了无煤柱开采。

（4）创新点四：优化了急倾斜煤层走向长壁俯伪斜智能综合机械化采煤法，发明了移动矿山安全系统，保障了煤矿安全生产。

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 | 一种连杆铰接型可伸缩液压柔性掩护支架 | 中国 | ZL201710  425512.6 | 2019-03  -26 | 330  8017 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 徐永宁；冉波；刘祖学； 鲜福兴；张勇全；王金虎；李青松；董仕和；何静；邓军 |
| 发明专利 | 一种急倾斜综采下端头安全防护装置 | 中国 | ZL201710  654203.6 | 2019-03  -26 | 330  8053 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 王金虎；冉波；刘祖学； 鲜福兴；徐永宁；张勇全；赵进；李青松 |
| 发明专利 | 一种采煤工作面刮板输送机中部槽制作工艺 | 中国 | ZL201710  345994.4 | 2019-03  -26 | 3309  256 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 李青松；王正贵；祝启均；冉波；鲜福兴；徐永宁；张勇全；王金虎；母云涛；刘祖学；勾晓鸣；范丽 |
| 实用新型专利 | 一种急倾斜煤层沿空留巷支护系统及其支架 | 中国 | ZL202123  263922.6 | 2022.06.07 | 1666  3999 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司  重庆大学 | 沈平；邹勇；杨启军；姜永东；王德平；何清锋；袁廷豪 |
| 实用新型专利 | 门式分体抗弯可缩型急倾斜综采护巷支架 | 中国 | ZL202220  365178.6 | 2022-08-19 | 1721  4057 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 杨启军；沈平；邹勇；何清锋；罗洪彬；袁廷豪；杜林 |
| 实用新型专利 | 一种组合式加强型沿空护巷柔性掩护支架 | 中国 | ZL2020216 02838.5 | 2021-02-  19 | 1334  7473 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 沈平；覃旭东；杨启军；陈生庚；甘开华；邹勇;王德平；李广；甘广兴；何清锋；吴李喆 |
| 实用新型专利 | 一种沿空护巷安全支护系统及矿压观测系统 | 中国 | ZL202020659755.3 | 2021-02-26 | 12610423 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 蹇廷金；李勇；张克文；罗仲军；田梦云；夏晓勇；朱健尚 |
| 实用新型专利 | 锚索卷开卷送料装置 | 中国 | ZL2020215 90879.7 | 2021-02-  10 | 1330  5021 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 沈平；杨启军；杜林；何祥舜；徐挺；陈玉通；何清锋 |
| 实用新型专利 | 分体式柔性掩护支架加工模具 | 中国 | ZL2021213  90029.7 | 2021-11-23 | 1480  5656 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 杨启军；沈平；邹勇；王德平；罗洪彬；何清锋；岳林胜；袁廷豪；陈勇 |
| 实用新型专利 | 多功能立式单体支柱试压装置 | 中国 | ZL2020215 77360.5 | 2021-02-  26 | 1260  6560 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 杨启军；沈平；王德平；何清锋；邹勇；吴李喆 |
| 实用新型专利 | 急倾斜回采巷道围岩稳定支护设施 | 中国 | ZL2016214 23735.6 | 2017-06-  27 | 625  4402 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 欧钦；魏有贵；曹建辉; 杨建均；康虹；兰胜华； 邹勇；罗洪彬；孙超； 周荣强；张仕佳；冯军成；余祥旭 |
| 实用新型专利 | 一种巷道注浆加固结构 | 中国 | ZL20162052  0615.1 | 2011-11-09 | 565  4084 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 欧钦；曹建辉；张仕佳；杨建均；罗洪彬；王俊超 |
| 实用新型专利 | 一种采煤工作面液压支架内喷雾装置 | 中国 | ZL201821268756.4 | 2019-03-26 | 8641026 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 董太华；何智；何攀；冯军成；刘新洋；何斌；康虹；刘华君 |
| 实用新型专利 | 大倾角煤层顶板破碎带人工底板及假顶设施 | 中国 | ZL201420839716.6 | 2015-06-10 | 435  2173 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 张仕佳；曹建辉；杨建均；罗洪彬；赵兴旺 |
| 实用新型专利 | 沿空留巷围岩永久补强支护设施 | 中国 |  |  |  | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 |  |
| 实用新型专利 | 挡煤装置、挡矸装置及综采工作面支架 | 中国 | ZL201721244903.X | 2018-06-29 | 7542710 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 杨启军；罗代洪；王福民；赵志刚；杜洪斌；张力 |
| 实用新型专利 | 一种综采工作面下出口船形自移输煤装置 | 中国 | ZL201821  319071.8 | 2019-08-06 | 9190365 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 杨启军；罗代洪；王福民；张力；杜洪斌；杨小蓉；李斌 |
| 实用新型专利 | 一种急倾斜煤层巷道定长注的注浆锚索 | 中国 | ZL20211410075.9 | 2022-10-04 | 17517410 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司  中国矿业大学 | 董太华；谢正正；刘华君；张农；康虹；冯军成；廖孝东 |

五、代表性论文专著目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文(专著）名称/刊名/作者** | **年卷页码(xx 年xx卷xx页)** | **发表时间(年月 日）** | **通讯作者(含共同）** | **第一作者(含共同）** | **国内作者** | **他引总次数** |
| 1 | 急倾斜中厚煤层顶板破断特征及覆岩移动规律研究/中国煤炭/邹勇 | 2023,49(04):  22-28 | 2023-04-25 | 邹勇 | 邹勇 | 邹勇；姜永东；杨启军；谢英亮；王德平；刘华君 | 0 |
| 2 | 大倾角煤层沿空留巷弓形柔性掩护支架控制技术/煤炭科学技术/沈平 | 2021,49(3):3  7-42 | 2021-03-15 | 沈平 | 沈平 | 沈平;姜永东; 杨启军;邹勇; 谢英亮;李广 | 15 |
| 3 | Adaptation assessment of gob-side entry retaining based on  geological factors/ Engineering Geology/ Shugang Cao | 209(2016):143-151 | 2016-5-28 | Shugang Cao | Hongyun Yang | Hongyun Yang, Shugang Cao , Shouquan Wang , Yingchong Fan , Shuai Wang , Xianzhe Chen | 66 |
| 4 | 倾斜煤层沿空留巷力学模型分析/重庆大学学报/曹树刚 | 2013,36(05):  143-150 | 2013-05-15 | 曹树刚 | 曹树刚 | 曹树刚；王勇；邹德均； 文德才 | 45 |
| 5 | 砂岩蠕变特性及蠕变力学模型研究/岩土工程学报/姜永东 | 2007,27(12):  1478-1482 | 2007-12-15 | 姜永东 | 姜永东 | 姜永东;鲜学福;熊德国;周富春 | 136 |
| 6 | 单一岩石变形特性及本构关系的研究/ 岩土力学/姜永东 | 2005,26(6):  941-946 | 2005-06-30 | 姜永东 | 姜永东 | 姜永东; 鲜学福; 粟健 | 14 |

六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政职务** | **技术职称** | **完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 邹 勇 | 1 | 矿长 | 工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点三、四做出了贡献。 |
| 姜永东 | 2 | 教授 | 教授 | 重庆大学 | 对创新点一、二做出了贡献。 |
| 何 智 | 3 | 副经理 | 高级工程师 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 对创新点三、四做出了贡献。 |
| 杨启军 | 4 | 经理助理 | 高级工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点一、三做出了贡献。 |
| 刘华君 | 5 | 总工程师 | 工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点三做出了贡献。 |
| 罗洪彬 | 6 | 副矿长 | 工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点四做出了贡献。 |
| 覃旭东 | 7 | 副矿长 | 高级工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点三做出了贡献。 |
| 王德平 | 8 | 执行董事 | 工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点一做出了贡献。 |
| 曹树刚 | 9 | 教授 | 教授 | 重庆大学 | 对创新点二做出了贡献。 |
| 徐永宁 | 10 | 总工程师 | 高级工程师 | 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 对创新点三做出了贡献。 |
| 何清锋 | 11 | 副部长 | 助理工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点三做出了贡献。 |
| 向 敏 | 12 | 副部长 | 工程师 | 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 对创新点三、四做出了贡献。 |
| 宋 晓 | 13 | 助理 | 工程师 | 重庆大学 | 对创新点一做出了贡献。 |

七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **名称** | **单位性质** | **对本项目的贡献** |
| 四川川煤石洞沟煤业有限责任公司 | 省属国有企业 | 在本项目研究中，四川川煤石洞沟煤业有限责任公司主要负责项目整体规划、研究内容、技术路线、现场研究等工作，在综采沿空留巷新方法和推广应用方面做出显著贡献。解决了现场应用过程中的关键技术难题，对创新成果三、四做出了突出贡献。 |
| 重庆大学 | 大专院校 | 在本项目研究中，重庆大学主要负责项目的理论研究、研究方案、数值分析等工作，在综采沿空留巷新理论和推广应用方面做出显著贡献。揭示了急倾斜煤层开采岩层移动规律，对创新成果一、二做出了突出贡献。 |
| 四川广旺能源发展 （集团）有限责任公司 | 省属国有企业 | 在本项目研究中，四川广旺能源发展(集团)有限责任公司主要负责指导项目研究内容、研究方法、现场试验等工作，在急倾斜智能化综采开采技术优化和综采沿空留巷设计安装方面做出显著贡献。解决了现场应用过程中的关键技术难题，对创新成果四做出了突出贡献。 |