

附件1:

# 残煤回收强动压巷道围岩控制与邻空区伴生灾害防控技术

## 项目公示内容



项目名称	残煤回收强动压巷道围岩控制与邻空区伴生灾害防控技术
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><b>1. 立项背景</b></p> <p>该项目属于矿山支护工程（4403020）与矿山安全（4407500）学科交叉领域。随着煤炭资源开采强度加大，我国许多矿井尤其是中东部开采周期长的矿井可采储量急剧衰减，甚至一些矿井因资源枯竭相继退出煤炭行业。对于衰老矿井，为实现企业转型或退出行业前的平稳过渡，保障员工就业安置，维护社会和谐稳定，不得不着手回收井下遗留煤柱，以延长矿井服务年限和维持企业效益。与常规面相比，残采面周围处于采毕状态，面临采掘系统复杂、采动扰动严重、矿压显现剧烈等多种不利因素，巷道易发生非线性大变形，同时，煤岩体裂隙发育存在导通邻空区风险，易诱发伴生灾害发生，影响残煤资源安全回收。为此，本项目聚焦强动压巷道稳定控制和邻空区伴生灾害防控两个核心科学问题，开展了残煤回收强动压巷道围岩控制与邻空区伴生灾害防控技术研究。</p> <p><b>2. 主要技术内容及创新点</b></p> <p>（1）建立了煤岩强度损伤本构模型，揭示了应力加载诱发煤岩损伤机制及其变形失稳过程；研发了损伤煤岩锚注加固试验平台，测试了锚注支护与损伤煤岩强度恢复、变形控制、裂隙闭合间的内在联系，揭示了锚注改性损伤煤岩多场行为的作用机理。</p> <p>（2）提出了残采面覆岩临界失稳判据，推导了覆岩瞬时失稳能量释放函数式，揭示了动载诱发沿空巷道大变形机理；分析了“矸石-煤柱-支护”协同承载对沿空巷道稳定的影响规律，提出了沿空巷道掘巷时机与护巷煤柱设计新方法，开发了沿空巷道非对称差异性控制技术。</p> <p>（3）创新了卸压效果评价与卸压程度分类方法，研究了钻孔卸压与围岩损伤间的作用关系，提出了卸压参数确定方法；分析了强动压及卸压巷道弱化变形特征，开发了强动压巷（硐）“卸压-锚注”协同控制技术，构建了破碎围岩锚注再造承载层技术体系。</p> <p>（4）分析了强开采扰动煤岩裂隙时空迁移规律，辨识了裂隙发育诱发邻空区伴生灾害风险类别，揭示了残煤回收诱导伴生灾害致灾机制及路径，提出了残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报方法，开发了残采面与邻空区伴生灾害协同防控技术。</p> <p><b>3. 知识产权情况</b></p> <p>项目实施过程，授权发明专利 20 项，实用新型 7 项，软件著作权 1 项，转让专利 3 项；发表学术论文 37 篇（SCI 14 篇，EI 18 篇）；出版专著 2 部。所列代表性成果包含：发明专利 6 项，SCI 2 篇，EI 2 篇。</p>

<p>主要完成单位及创新推广贡献</p>	<p>华北科技学院：项目的第一完成单位，负责该课题研究与实施的整个过程，组织了该项目及所含横向课题的立项、论证、验收和鉴定等工作。研发过程中为该项目提供了人力、设备及资金等条件，在实验测试、数值模拟和技术开发与应用等方面开展了大量工作。对该项目的具体科研创新贡献有：（1）研发了基于切顶卸压弱化动载扰动的残采面无煤柱布置新方法；（2）提出了强动压巷（硐）应力转移控制思路，研究了钻孔卸压与围岩强度损伤及其稳定性的作用关系，提出了卸压钻孔关键参数的设计方法；（3）研究了强动压巷道围岩蠕变和卸压巷道弱化变形特征，开发了残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术；（4）研究了强开采扰动下煤岩体裂隙时空迁移规律，辨识了损伤煤岩裂隙发育诱发邻空区伴生灾害风险类别，开发了残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术；（5）负责了该项目研究成果在现场的试验和推广应用。</p> <p>河南理工大学：参与组织了该项目及所含科技计划和横向课题的立项、论证、验收和鉴定等工作。对该项目的具体科研创新贡献有：（1）揭示了强开采扰动煤岩损伤机制和锚注改性损伤煤岩多场行为的作用机制；（2）揭示了动载诱发沿空巷道大变形机理，提出了基于切顶卸压弱化动载扰动的残采面无煤柱布置新方法，开发了沿空巷道非对称差异性控制技术；（3）提出了卸压效果评价和卸压程度分类方法，研究了强动压巷道围岩蠕变和卸压巷道弱化变形特征，开发了残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术；（4）参与研究了强开采扰动下煤岩体裂隙时空迁移规律，开发了残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术；（5）积极参与该项目研究成果的现场试验和推广应用。</p> <p>开滦（集团）有限责任公司荆各庄矿业分公司：主要参与了该课题现场测试、工业性试验，以及参与制定项目研究路线、方法等相关工作。对该项目的具体科技创新贡献有：（1）参与提出基于切顶卸压弱化动载扰动的残采面无煤柱布置新方法，开发沿空巷道非对称差异性控制技术；（2）参与研究强动压巷道围岩蠕变和卸压巷道弱化变形特征，开发残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术；（3）参与研究强开采扰动下煤岩体裂隙时空迁移规律，开发残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术；（4）协调及组织开展了矿压监测、邻空区伴生灾害监测等现场测试工作，并积极参与该项目研究成果的推广应用。</p> <p>徐州矿务集团有限公司：主要参与了相关课题的立项、研究方法及技术路线制定、现场工业性试验、矿压监测与分析等相关工作。对该项目的具体科技创新贡献有：（1）参与研究锚注支护改性损伤煤岩多场行为的作用机制；（2）参与提出沿空巷道护巷煤柱宽度设计方法，开发沿空巷道非对称差异性控制技术；（3）参与开发残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术；（4）参与工业性试验中矿山压力现场监测及矿压数据的分析工作，并积极参与该项目研究成果的推广应用。</p> <p>拜城县众维煤业有限公司：主要参与了该项目及所含横向课题的立项、项目研究内容及技术路线制定、现场工业性试验、矿压监测等相关工作。对该项目的具体科技创新贡献有：（1）参与研究“矸石-煤柱-支护”协同承载对沿空巷道稳定的控制机制，提出沿空巷道护巷煤柱宽度设计方法；（2）参与研究强动压巷道围岩蠕变规律，开发残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术；（3）参与开发残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术；（4）参与研究成果的现场工业性试验，参与制定矿压、邻空区灾害现场监测与分析工作，积极对该项目研究成果进行推广应用。</p>
<p>应用情况及效益情况</p>	<p>该项目聚焦残采面强动压巷道围岩稳定控制和邻空区伴生灾害防控两个核心科学问题，开发了残煤回收强动压巷道围岩控制与邻空区伴生灾害防控技术，并成功应用于多个现场工业性试验，为保障衰老矿井残煤安全回收提供了理论与技术支撑。自 2015 年起，研究成果在河北、河南、江苏、山西、内蒙古、新疆六省 11 个矿井进行了工程应用，取得了良好的现场应用效果，保障了残采面安全回收。通过残煤回收强动压巷道围岩控制与邻空区伴生灾害防控技术的现场应用，试验矿井累计增加煤炭产量 564.39 万吨，累计产值 25.47 亿元，累计利润 11.01 亿元，其中，近三年（2018-2020）新增产值为 19.9 亿元，利润为 8.1 亿元，取得了显著的经济社会效益。</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	已授权发明专利	一种基于钻孔卸压的深部高应力巷道卸压支护协调控制方法	中国	201610972903.5	2018-03-13	2844282	河南理工大学	王猛；褚廷湘；肖同强；石亚康；刘恩来	有效专利	是
2	已授权发明专利	一种用于形成全断面持续性水幕的井下巷道隔爆系统	中国	201910536045.3	2020-09-01	3963526	河南理工大学	王猛；韦四江；神文龙；肖同强；柏建彪；王襄禹；褚廷湘；张盛；勾攀峰	有效专利	是
3	已授权发明专利	一种深部高应力巷道钻孔卸压参数的数值模拟确定方法	中国	201510982092.2	2018-12-04	3169422	河南理工大学	王猛；肖同强；褚廷湘；许磊；刘俊领	有效专利	是
4	已授权发明专利	一种卸压钻孔间排距的设计方法	中国	201610919336.7	2019-06-21	3426752	河南理工大学	王猛；王襄禹；肖同强；褚廷湘；石亚康；刘恩来	有效专利	是
5	已授权发明专利	巷道二次支护时机与范围的确定方法	中国	201811509540.7	2020-06-26	3860963	河南理工大学	康继春；辛亚军；韦四江；王玉刚；闫松	有效专利	否
6	已授权发明专利	锚固体动态拉伸实验装置及实验方法	中国	201610014740.X	2018-04-03	2868464	河南理工大学	韦四江；赵尚宁；李奎；张盛；崔峰；徐学锋	有效专利	否
7	已发表论文	Risk assessment of gas control and	中国	000465532500016	2019-05-15	International Journal of Mining Science and	华北科技学院；河南理工	褚廷湘；李品；陈月霞	其他有效的知识产	是

		spontaneous combustion of coal under gas drainage of an upper tunnel				Technology	大学		权	
8	已发表论文	Coupling of stress and gas pressure in dual porosity medium during coal seam mining	欧洲	000532 835500 038	2020-05-15	Powder Technology	华北科技学院	陈月霞; 褚廷湘; 陈学习; 陈鹏	其他有效的知识产权	是
9	已发表论文	工作面推进下采空区煤自燃进程的动态模拟研究	中国	201932 072982 98	2019-05-15	中国矿业大学学报	华北科技学院; 河南理工大学	褚廷湘; 李品; 余明高	其他有效的知识产权	是
10	已发表论文	考虑采空区矸石压缩效应的沿空掘巷时机确定方法	中国	202043 093832 13	2020-09-15	采矿与安全工程学报	河南理工大学; 神华蒙西煤化股份有限公司	王猛; 夏恩乐; 神文龙; 刘小星; 郑冬杰; 刘鑫	其他有效的知识产权	否

#### 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	王猛	副教授	河南理工大学	河南理工大学	建立煤岩强度损伤本构模型, 揭示应力加载诱发煤岩损伤机制; 研发残采面无煤柱布置新方法, 提出沿空巷道掘巷时机和护巷煤柱尺寸设计方法, 开发沿空巷道非对称差异性控制技术; 提出卸压效果评价和卸压程度分类方法, 揭示钻孔卸压与围岩强度损伤耦合作用机制, 研究强动压巷道围岩蠕变和卸压巷道弱化变形特征, 开发残采面强动压巷(硐)围岩“卸压-锚注”协同控制技术; 参与研究强开采扰动下煤岩体裂隙时空迁移规律, 提出残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报方	获河南省科技进步二等奖1项, 三等奖1项

					法等。	
2	褚廷湘	副教授	华北科技学院	华北科技学院	参与研发基于切顶卸压弱化动载扰动的残采面无煤柱布置新方法，提出卸压效果评价和卸压程度分类方法，分析钻孔卸压与围岩强度损伤间的相互作用关系，开发残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术；主持研究强开采扰动下煤岩体裂隙时空迁移规律，辨识损伤煤岩裂隙发育诱发邻空区伴生灾害风险类别，提出残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等。	获河南省科技进步二等奖1项，河南省教育厅科技成果一等奖1项
3	韦四江	教授	河南理工大学	河南理工大学	主要工作包括：主持研发损伤煤岩锚注加固测试平台，揭示锚注支护对损伤煤岩多场行为改性机理；参与研究强动压巷道围岩蠕变特征和锚注控制破碎围岩蠕变效果，提出强动压巷道二次支护时机和范围的确定方法，开发残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术；参与开发残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等。	获河南省科技进步三等奖1项，河南省教育厅科技成果一等奖1项
4	勾攀峰	教授	河南理工大学	河南理工大学	指导强开采扰动煤岩损伤规律和锚注改性损伤煤岩多场行为的实验方案制定；提出了损伤煤岩锚注再造承载层控制理念，参与研究动载诱发沿空巷道围岩大变形机理和钻孔卸压损伤煤岩强度耦合作用机制；参与开发残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等。	获河南省科技进步二等奖1项，河北省科技进步三等奖1项
5	陈月霞	讲师	华北科技学院	华北科技学院	参与研究强开采扰动下煤岩体裂隙时空迁移规律，辨识损伤煤岩裂隙发育诱发邻空区伴生灾害风险类别，提出残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术	获河南省科技进步二等奖1项



					等。	
6	神文龙	讲师	河南理工大学	河南理工大学	主持提出关键块体临界失稳的理论判据，揭示动载诱发沿空巷道大变形机理；参与研发基于切顶卸压的残采面无煤柱布置新方法，提出沿空巷道掘巷时机确定方法，开发沿空巷道非对称差异性控制技术；参与研发残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等。	获河南省科技进步三等奖1项，河南省教育厅科技成果一等奖1项
7	康继春	讲师	河南理工大学	河南理工大学	参与研究强动压巷道围岩蠕变特征，提出强动压巷道二次支护时机和范围的确定方法，开发残采面强动压巷（硐）围岩“卸压-锚注”协同控制技术等。	获河南省科技进步三等奖1项

#### 完成人合作关系说明

第1完成人王猛与第2完成人褚廷湘于2013年1月至2020年12月，合作研究钻孔卸压与围岩强度损伤间的相互作用关系、强动压巷（硐）“卸压-锚注”协同控制技术、残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等相关内容，共同授权国家发明专利6项，共同立项横向科研项目1项，合作获得河南省科技进步二等奖1项、河南省教育厅科技成果奖1项、中国煤炭工业协会科学技术奖1项，合作鉴定科研项目2项。

第1完成人王猛与第3完成人韦四江于2013年1月至2020年12月，合作研究锚注支护对损伤煤岩多场行为改性规律、强动压巷道围岩蠕变特征、强动压巷（硐）“卸压-锚注”协同控制技术、残采面与邻空区伴生灾害协同防控技术等相关内容，共同授权国家发明专利1项，实用新型专利3项，合作获得河南省科技进步三等奖1项、河南省教育厅科技成果奖1项、中国煤炭工业协会科学技术奖1项，合作鉴定项目2项，发表SCI检索论文2篇、EI检索论文1篇。

第1完成人王猛与第4完成人勾攀峰于2013年1月至2020年12月，合作研究强开采扰动煤岩损伤规律、钻孔卸压损伤煤岩强度的耦合作用机制、残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等相关内容，共同授权国家发明专利1项，实用新型专利1项，共同立项横向科研项目2项，合作获得河南省科技进步三等奖1项、河南省教育厅科技成果奖2项、中国煤炭工业协会科学技术奖3项，合作鉴定项目4项，发表EI检索论文1篇。

第1完成人王猛与第5完成人陈月霞于2015年1月至2020年12月，合作研究残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术，合作获得河南省科技进步二等奖1项，河南省教育厅科技成果奖1项，中国煤炭工业协会科学技术奖1项，合作鉴定项目2项。

第1完成人王猛与第6完成人神文龙于2013年1月至2020年12月，合作研究动载诱发沿空巷道大变形机理、“矸石-煤柱-支护”协同承载对沿空巷道稳定的控制效果、沿空巷道非对称差异性控制技术、残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等相关内容，共同授权发明专利8项、实用新型专利4项，共同立项横向科研项目2项，合作获得河南省科技进步三等奖1项、河南省教育厅科技成果奖2项、中国煤炭工业协会科学技术奖5项，合作鉴定项目5项，发表SCI检索论文2篇、EI检索论文3篇。

第2完成人褚廷湘与第3完成人韦四江于2013年1月至2020年12月，合作研究残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术，共同授权国家发明专利1项，获得河南省科技进步三等奖1项，合作鉴定项目1项。

第2完成人褚廷湘与第5完成人陈月霞于2015年1月至2020年12月，合作研究强开采扰动下煤岩体裂隙时空迁移规律、损伤煤岩裂隙发育诱发邻空区伴生灾害风险类别辨识、残采面与邻空区伴生灾害协同监测预报与防控技术等相关内容，共同立项横向科研项目3项，合作获得河南省科技进步二等奖1项、河南省教育厅科技成

果奖 1 项、中国煤炭工业协会科学技术奖 2 项，合作鉴定项目 3 项，发表 SCI 检索论文 1 篇、EI 检索论文 2 篇。

第 3 完成人韦四江与第 4 完成人勾攀峰于 2013 年 1 月至 2020 年 12 月，合作研究锚注支护对损伤煤岩多场行为改性规律、强动压巷道围岩蠕变特征、强动压巷（硐）“卸压-锚注”协同控制技术、残采面与邻空区伴生灾害协同防控技术等相关内容，共同立项横向科研项目 5 项，合作获得河南省科技进步三等奖 1 项、河南省教育厅科技成果奖 2 项、中国煤炭工业协会科学技术奖 4 项，合作鉴定项目 5 项，发表 EI 检索论文 2 篇。

第 3 完成人韦四江与第 7 完成人康继春于 2013 年 1 月至 2020 年 12 月，合作研究强动压巷道围岩蠕变特征、强动压巷道二次支护时机和范围的确定方法，强动压巷（硐）“卸压-锚注”协同控制技术等相关内容，共同授权国家发明专利 1 项，立项横向科研项目 2 项，合作获中国煤炭工业协会科学技术奖 1 项，合作鉴定项目 2 项。

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	共同知识产权	王猛/1, 褚廷湘/2	2018	发明专利：一种基于钻孔卸压的深部高应力巷道卸压支护协调控制方法	
2	共同知识产权	王猛/1, 褚廷湘/2, 韦四江/3, 勾攀峰/4, 神文龙/6	2020	发明专利：一种用于形成全断面持续性水幕的井下巷道隔爆系统	
3	共同知识产权	王猛/1, 褚廷湘/2	2018	发明专利：一种深部高应力巷道钻孔卸压参数的数值模拟确定方法	
4	共同知识产权	王猛/1, 褚廷湘/2	2019	发明专利：一种卸压钻孔间排距的设计方法	
5	共同知识产权	韦四江/3, 康继春/7	2020	发明专利：巷道二次支护时机与范围的确定方法	
6	论文合著	褚廷湘/2, 陈月霞/5	2019	SCI 论文：Risk assessment of gas control and spontaneous combustion of coal under gas drainage of an upper tunnel	
7	论文合著	褚廷湘/2, 陈月霞/5	2020	SCI 论文：Coupling of stress and gas pressure in dual porosity medium during coal seam mining	
8	论文合著	王猛/1, 神文龙/6	2020	EI 论文：考虑采空区矸石压缩效应的沿空掘巷时机确定方法	
9	合作鉴定	王猛/1, 褚廷湘/2, 韦四江/3, 勾攀峰/4, 陈月霞/5, 神文龙/6, 康继春/7	2021	项目鉴定：残煤回收强动压巷道围岩控制与邻空区伴生灾害防控技术	