

一、重点实验室年度目标及完成情况

(阐述年度各目标及完成情况，分为完成、基本完成和未完成三种类型，500 字以内)

煤矿灾害预防与处置应急管理部重点实验室 2022 年度围绕实战、攻克关键技术和科研产出等方面开展科技攻关，基本完成了年度目标，情况如下：

(1) 在实战方面，实验室骨干成员对 16 个煤矿开展了冲击地压风险“双专双查”工作，出具冲击危险评价报告及防冲设计报告 14 份，编制能源行业标准多项，参与了 6·4 贵州 D2809 脱线事故调查，制定了紧急救援方案。

(2) 在攻克关键技术方面，实验室研制了防冲钻机钻测智能化试验平台、煤岩应力-水/气耦合试验系统、超声激励注水防灾增效试验平台、无煤柱自三维物理实验系统等矿山灾害防控试验装备 10 余台（套），依托实验平台，突破了深井冲击危险区多维度卸压与吸能支护等多项关键技术，为煤矿灾害预防与处置提供了有力支撑。

(3) 在科研产出方面，获批“十四五”国家重点研发计划课题 1 项、国家自然科学基金 40 余项；获省部级科技奖励 20 余项；发表高水平论文 100 余篇、授权国家发明专利 22 项、专利实施许可 8 项。以实验室为依托，获批“山东青年创新突击队”、“山东省教育系统劳模和优秀人才创新工作室”，培养了国家杰出青年科学基金获得者、国家万人计划科技创新领军人才、泰山学者特聘专家等国家及省部级人才等 10 余人。

二、重点实验室主要成果

(为解决应急管理痛点难点问题而产出的重要科研成果，如新技术、新方法、新装备、新工具等，按重要性排序，3000 字以内)

实验室围绕煤矿开发中冲击地压、煤与瓦斯突出、矿井突水、矿井火灾与瓦斯爆炸、顶板大面积来压等典型灾害的防控技术、工程创新应用和应急管理的痛点难点问题，开展新技术、新方法、新装备等集成攻关，取得如下重要科研成果：

(1) 深井冲击危险区多维度卸压与吸能支护关键技术及装备

构建了巷道围岩多维度释能调控及卸压效果随钻检验技术体系，提出了煤体应力多参量随钻反演方法，研发了煤体应力多参量随钻测量技术及现场测试装备，研制了煤体径向水力割缝卸压装备，研发了新型锚杆和膨胀-摩擦式吸能锚索，形成了吸能抗冲击巷道支护技术，为井下安全高效生产提供了支撑。

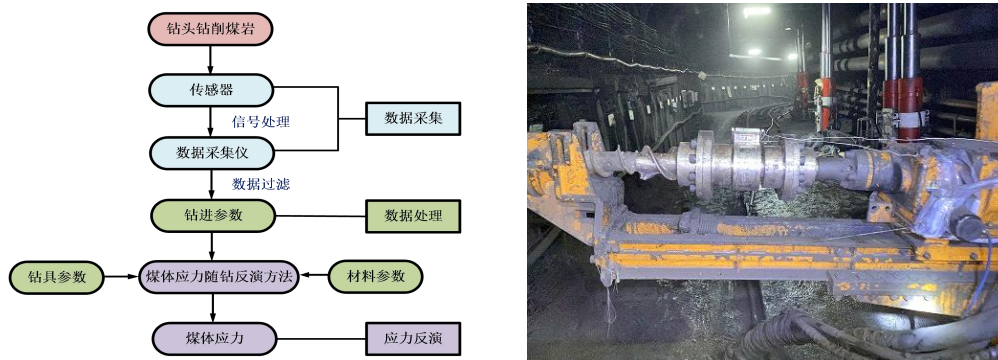


图1 煤体应力随钻测量技术及装备

(2) 大断面强采动综放沿空煤巷锚索桁架控制系统

构建了大型综放开采条件下弹塑性煤体基础支承的基本顶悬板大结构力学模型，确定了悬板结构在沿空煤巷区域的破断失稳机制，明晰了高支承压力的位态变迁与板结构破断失稳运动的联合演化机理；揭示了综放沿空煤巷煤岩体失稳准则与偏应力场演化规律及其与煤柱尺寸、开掘时间、断面尺寸的定量关系，阐明了综放沿空煤巷顶板不对称破坏机制及其主要影响因素；发明了沿空煤巷开掘时间与区段煤柱宽度定量计算方法，形成了综放沿空煤巷大断面+小/无煤柱布局理念，研发了弧形连接锁紧式锚索桁架、不对称式锚梁桁架和可伸缩式锚索桁架关键技术，形成了高预应力锚索桁架系统及成套施工工法，攻克了大断面强采动综放沿空煤巷围岩控制难题。

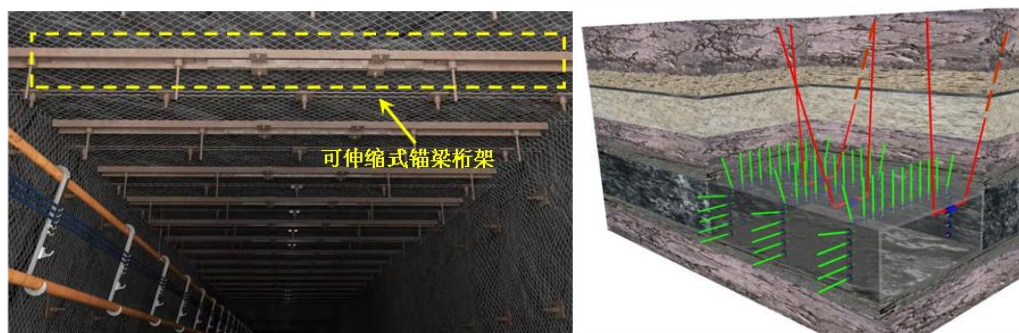


图2 沿空巷道锚索桁架控制技术

(3) 煤层水力强渗-增润机制及一体化防灾关键技术

创建了适用于煤层注水的煤体三维结构-渗流-润湿理论体系，依托创研的煤层强渗-增润系列试验装备阐明了水压致裂煤岩力学行为演化特征及裂纹扩展机制，阐释了煤岩水力增透后期水锁损害效应机理，并研发了适用于低渗煤层的增渗-润湿系列材料，形成了煤层水力强渗-增润机制及一体化关键技术。

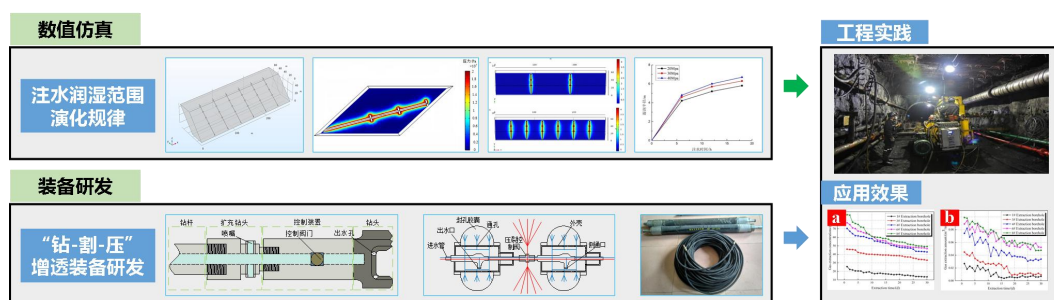


图3 水力强渗-增润一体化防灾关键技术体系

(4) 深部薄基岩采场覆岩运动新模式

搭建了深部围岩均匀变形、变形集中、裂隙萌生、扩展贯通四阶段破坏全程捕捉试验平台，确定了覆岩连续变形和非连续变形阶段的主控因素分别是关键层和厚冲积层，揭示了裂隙下行扩展贯穿岩层交界面的能量原理，推导了基岩发生全厚破断的力学条件；构建了厚冲积层冒落拱与拱脚高耸岩梁复合结构力学模型；确定了基岩破断面恒定法向刚度条件下高耸岩梁承载能力，提出了保证岩梁平衡所需支架支撑能力的计算方法。

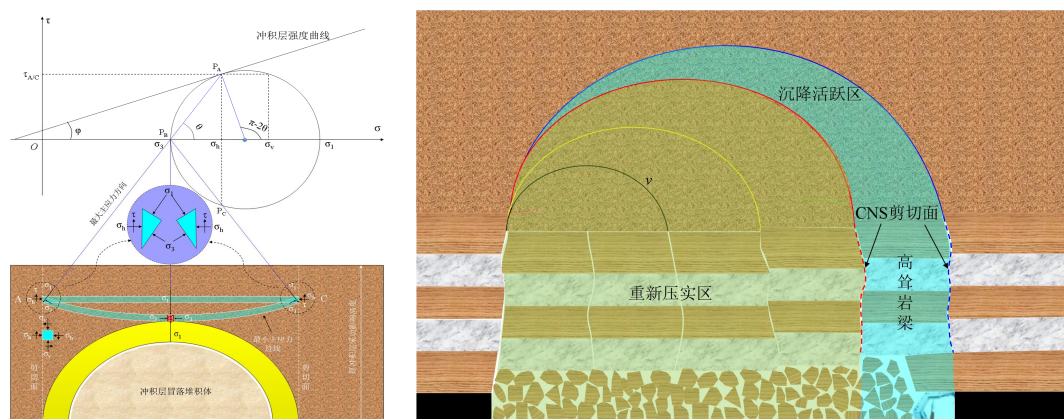


图4 厚冲积层冒落拱与拱脚高耸岩梁复合结构力学模型

(5) 采动应力旋转轨迹与围岩分区控制方法

揭示了采动应力旋转原理，基于极射赤平投影图识别了应力旋转轨迹，发现了旋转轨迹呈现非对称分布特征，开采中旋转轨迹的非对称变化导致工作面两侧

围岩发生不同程度破坏,从而得到了顶板微震活动非对称分布及深部采场矿压分区显现的内在机制;基于采动裂隙分布和旋转轨迹形态实现了围岩稳定性的应力方向敏感区识别,提出了围岩稳定性分区和差异化控制方法,实现了深部采场围岩分区控制。

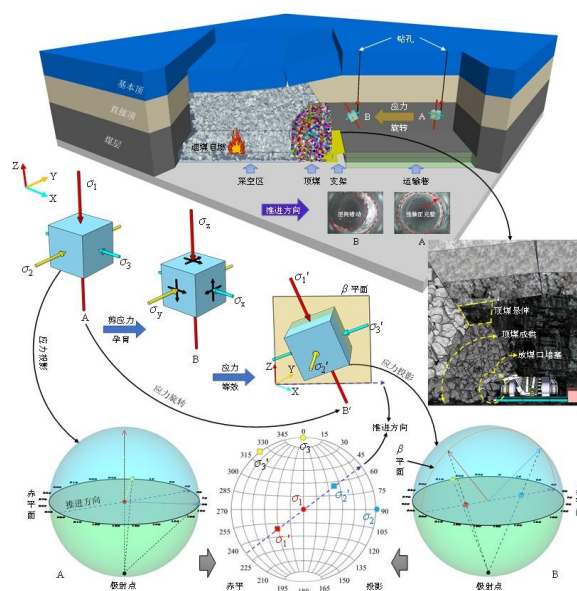


图5 采动应力旋转原理

(6) 煤矿采场智能控制技术构架

建立了采场围岩系统“多参量智能感知—精准分析模式判别-自主决策-快速执行-控制效果动态评价”智能控制的技术构架,提出了工作面开采系统智能、装备围岩自适应控制、复杂条件围岩智能控制、统一坐标系下的采场围岩系统稳定性分析关键技术设想。利用支架原始时序数据可以实现对于矿压的预测分析、阻力实时预测及顶板稳定性分析,基于堆叠 LSTM 算法提出了来压智能预测方法,实现了对采场矿压的智能预测,准确率达到 97%。

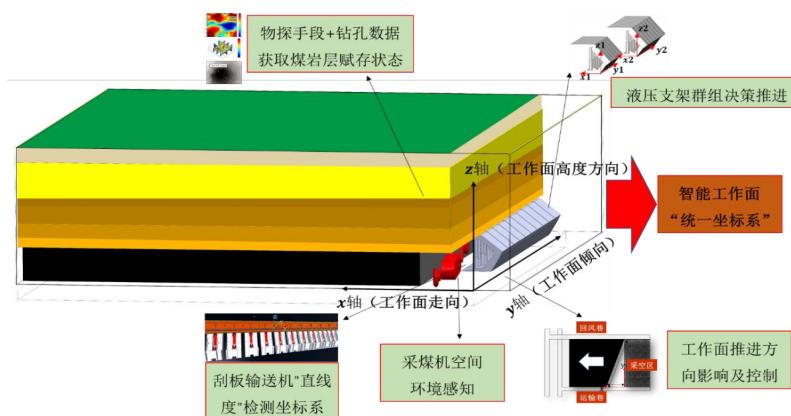


图6 采场围岩统一数学坐标系模型

(7) 放顶煤工作面煤矸图像快速智能识别理论方法

建立了煤矸图像快速智能识别方法与不同照度的煤矸图像数据库，提出了放煤图像频谱分析去尘算法，开发了刮板机上煤流堆积体的煤矸实时检测与含矸率计算技术，解决了井下放煤图像模糊的识别难题；发明了适用放顶煤工作面尘雾条件的煤矸图像采集系统，开发了煤矸快速识别与含矸率计算软件；提出了一种基于体素化煤矸块体重建方法，开发了一种基于球谐分析的煤矸块体形态学特征定点诱变方法，指导体积含矸率快速计算。

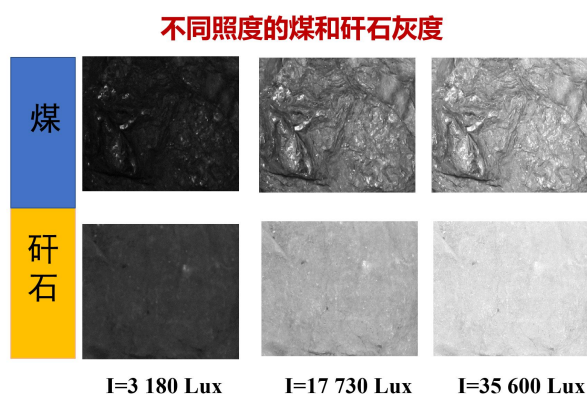


图 7 不同照度的煤矸图像数据库

(8) 高回收率精准放煤工艺和智能控制系统开发

发明了顶煤运移时间测量仪器，开发了高回收率精准放煤工艺和智能控制系统，首次实现了放顶煤工作面精准控制智能放煤，研发了智能放煤综合试验平台，模拟研究井下多场景、复杂环境下的放煤过程，实现了不同采放比、不同煤矸块度、不同光照等的放煤试验，研发了“四位一体”防尘防雾图像高速采集系统，满幅条件下采集速率最大可达 200 帧/秒。

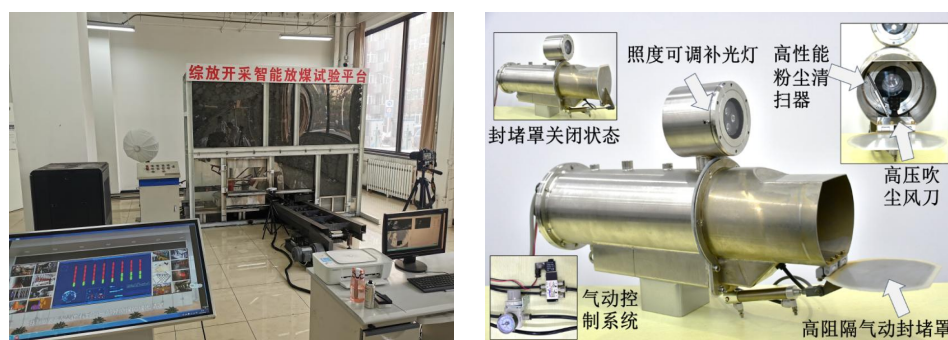


图 8 智能放煤综合试验平台与防尘防雾图像高速采集系统

(9) 厚煤层综放开采/大采高无煤柱自成巷减灾开采方法取得新突破

突破了厚煤层大采高及放顶煤开采关键技术，实现了厚煤层综放开采无煤柱

自成巷“采-留-用”全过程应用，从根本上防治矿井因为留设煤柱带来的煤柱自燃发火、应力集中引起的下顺槽巷道难维护等技术难题，解决了因掘进导致接续紧张问题，实现了无煤柱高回收率开采。厚煤层综放开采及大采高 110 工法已成功推广应用于山西离柳、安徽淮南、内蒙东胜等矿区，取得了显著的社会经济效益。

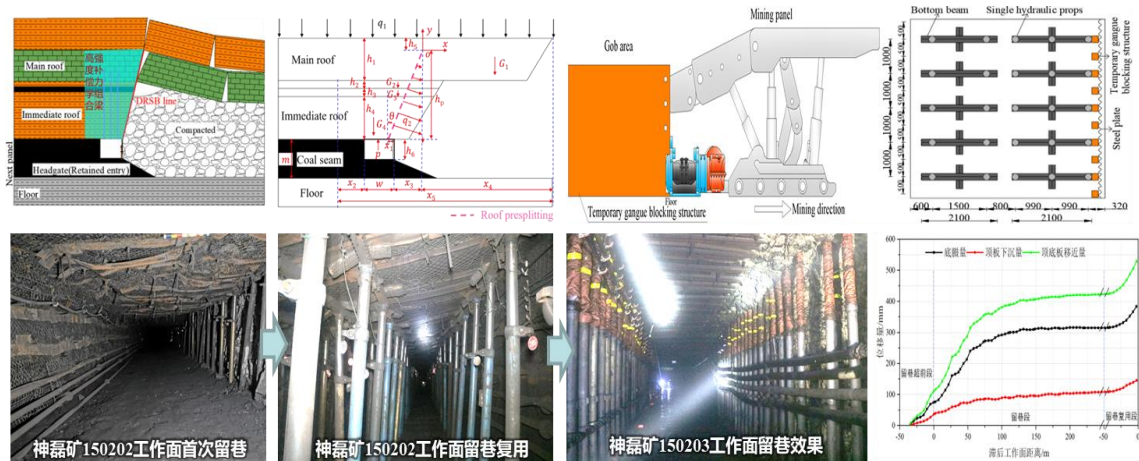


图 9 厚煤层综采放顶煤无煤柱自成巷开采

(10) 开挖补偿法及其在复杂条件隧道中的实践应用

针对他白依隧道穿复杂断层破碎带、局部断层破碎带富水、小净距双线互扰、岩石风化软弱严重、构造应力影响剧烈的 5 大工程挑战，提出了断层破碎带隧道双梯度注浆、高应力 NPR 锚网和耦合桁架控制方法，通过多源监测揭示了隧道围岩变形收敛规律，解决了复杂断层破碎带隧道围岩控制难题，对断层破碎带隧道建设有标志性的意义。



图 10 断层破碎带隧道大变形控制技术助力他白依隧道单洞贯通

(11) 城市近郊采煤沉陷区集约利用关键技术

我国中东部许多煤矿城市居民生产生活区与矿区范围边缘高度重合，采煤沉陷区严重制约了城市的高质量发展。构建了采动地层长期稳定与活化失稳理论体

系，提出了采空区场地地基稳定理论与建筑适宜性评价方法，研发了采动地层加固治理成套技术，形成了城市近郊采煤沉陷区集约利用关键技术体系，为解决煤矿城市建设用地瓶颈、提高采煤沉陷区建设利用程度及土地利用价值提供理论和技术支撑，对城市、社会、经济高质量和健康发展具有重要意义。

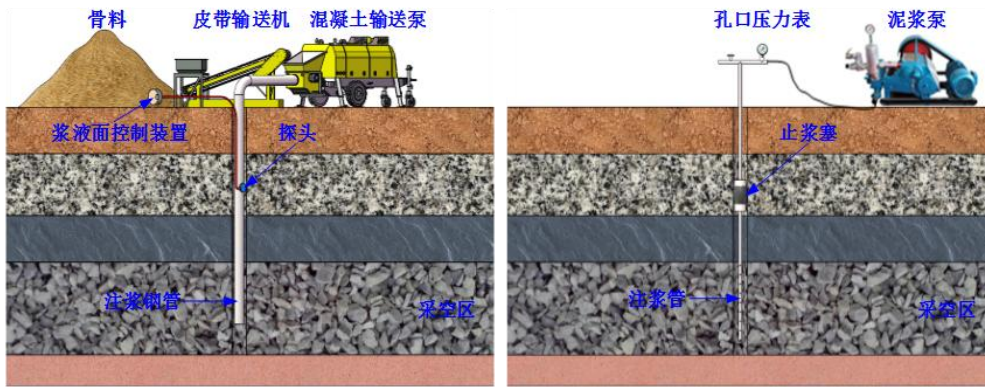


图 11 采动地层快速注浆系统

三、应急管理业务贡献

(为国家矿山安全监察局、中国地震局、消防救援局、森林消防局、部机关司局、省级应急管理部门提供的支撑服务情况，如灾害事故现场处置、咨询报告、法规标准、政策文件等，提供具体案例，3000 字以内)

(1) 参加冲击地压矿井“双专双查”工作

为了有效指导冲击地压矿井采掘工作面接续部署，实验室谭云亮教授、赵同彬教授、李青海副教授、尹延春副教授、蒋邦友副教授等参加了国家矿山安全监察局山东局组织的冲击地压“双专双查”工作，对古城煤矿、阳城煤矿、梁宝寺煤矿、大兴煤矿、唐口煤矿、孙村煤矿、东滩煤矿、南屯煤矿、霄云煤矿、运河煤矿、兴隆庄煤矿、南屯煤矿、鲍店煤矿、义桥煤矿、义能煤矿、唐阳煤矿等 16 个煤矿进行了冲击地压风险排查，并提出了相应的冲击地压风险管控意见。

(2) 出具矿井冲击危险评价报告及防冲设计报告

为保证冲击地压矿井工作面安全回采，准确评价冲击危险等级及划分冲击危险区域，并提出针对性防冲措施，在调研分析唐口煤矿 3 煤层、-990 水平、6315 掘进工作面、6315 回采工作面、霄云煤矿 2307 泄水巷、2307 采掘工作面、义桥煤矿 2303 工作面、3309 工作面、3311 工作面、唐阳煤矿 432 工作面、硫磺沟煤矿煤层大巷、济宁三号煤矿矿井及水平、3 煤层、鲍店煤矿 73 下 11 工作面等地

质条件及开采工程条件基础上，出具了冲击危险评价报告及防冲设计报告 14 份，相关报告经过了专家论证。

(3) 参与 6·4 贵州 D2809 脱线事故调查

2022 年 6 月 4 日 10 时 30 分许，贵阳北至广州南的 D2809 次旅客列车行驶在贵广线榕江站进站前的月寨隧道口时，撞上突发溜坍侵入线路的泥石流，导致 7 号、8 号车发生脱线，造成 1 名司机死亡、1 名列车员与 7 名旅客受伤。发生事故后，何满潮院士接到应急管理部紧急通知，立即赶赴现场组织调查事故原因。通过初步调查分析，事故主要由于当地连续降雨伴有短时的强降雨，列车高速运行中撞上突发溜坍侵入线路的泥石流，导致 7 号、8 号车发生脱线。何满潮院士分析了事故原因，制定了抢险应急方案，并建议加强自然灾害的预警监测，努力做到监测到位、预报准确、预警及时、应对高效，最大程度减轻人员伤亡及灾害损失。

(4) 智能放煤研究成果落地应用

智能放煤研究成果在淮北、开滦、陕煤等 4 个矿进行了现场应用，顶煤回收率提高 3 个百分点以上，获经济效益 3.4 亿元，放煤效率极大提升。目前正在开滦，国能 3 个矿进行推广应用。端头放煤研究成果在串草圪旦煤矿进行了初步应用，顶煤回收率提高约 6%，同时也在潞安集团余吾煤矿进行推广。

(5) 为煤矿技术人员提供矿山灾害防控技术培训

实验室参建单位举办了智能开采（AI 工程师）培训班，对临沂矿业集团有限公司相关技术人员就智能控制、智能采掘技术、智能通信、矿山灾害智能监测、智能装备等方面进行了课程讲授。本次培训班，培训人员总数达 120 人，授课总学时超 1700 学时。实验室谭云亮教授和赵同彬教授作为主讲教师，参加了 2022 年度国家矿山安全监察局山东局组织的“全省煤矿安全生产月警示教育顶板事故专题培训班”。

(6) 入选山东能源集团冲击地压防治技术服务团队

实验室骨干成员谭云亮教授负责的山东科技大学冲击地压防治团队入选山东能源集团冲击地压防治技术服务团队，为山东能源集团提供冲击地压防治重大技术攻关、冲击地压防治新理论与技术培训、冲击地压防治相关标准的制订、特殊状况冲击地压防冲专项设计等方面的技术服务。

(7) 编写矿山灾害防控相关行业标准

由实验室骨干成员谭云亮教授牵头、实验室参与（署名）承担的能源行业标准“煤矿沿空巷道巷旁支护分类方法”，已于 2022 年 12 月向中国煤炭工业协会提交报批稿；被推选为山东省能源行业标准化委员会委员，参加了《冲击地压矿井鉴定办法》专家意见研讨会。

(8) 积极开展矿山灾害防控科普工作

实验室依托单位“宋振骥实用矿山压力科普工作室”，入选第一批山东省科普专家工作室，为充分发挥科普专家工作室效能、走向社会进行科学知识普及分享、提升全面文化水平与科研素养、推动科技资源科普化提供了更广阔的平台。

(9) 牵头完成国家能源局“能源强国”建设专题

针对我国能源强国建设面临着能源领域科技创新基础短板明显、新兴能源技术的产业化需要突破、战略储备和韧性不足等问题，2022年2月，受中国科学院委托，以何满潮院士作为项目总负责人牵头完成的“能源强国专题咨询”项目，提出了我国能源强国建设路径与政策建议。

四、科研条件建设情况

(1000 字以内)

(1) 防冲钻机钻测智能化试验平台

实验室新研制了防冲钻机钻测智能化试验平台，实现了复杂工况下钻杆钻进过程中随钻参数的测量与收集，实现大尺度试件的真三轴加载，真实还原试件所受应力状态，实现了对随钻参数的实时收集与处理；该试验平台为煤体应力随钻测量技术的核心装备，为冲击危险智能化预警及卸压提供了关键试验方法。



图1 防冲钻机钻测智能化试验平台

(2) 煤岩应力-水/气耦合试验系统

研发了煤岩应力-水/气耦合试验系统，主要由应力-水/气耦合室、水压加载装置、气压加载装置、压力传感器和伺服电机控制器等组成，应力-水/气耦合室外径300mm、内径250mm圆柱型缸筒，满足最大气压、水压15MPa的安全密封要求；压力传感器可实现气压、水压实时监测，同时水压加载装置、气压加载装置可实现水压、气压的协调控制，合理模拟煤岩应力-水/气浸耦合状态，进而研究其力学行为。



图2 煤岩应力-水/气耦合试验系统

(3) 纳米复合流体制备与煤岩微渗测试系统

组建了与 CT 扫描装备配套的与多尺度渗流系列试验装备，系统集成了复合改性流体样品制备、基础流变参数测试、煤岩多孔介质裂隙渗流可视化观测多种功能，实现了岩芯渗流过程中的实时扫描成像，可用于非常规天然气、地热开采以及能源灾害防治方面的基础科学研究。



图3 纳米复合流体制备与煤岩微渗测试系统

(4) 超声激励注水防灾增效试验平台

开展了超声激励改性注水强化试验研究，依托搭建的初步超声激励试验装置，系统开展了不同超声频率、激励时长、流体压力条件下的超声增注试验。并结合低温氮吸附试验和 SEM 扫描电镜试验，对处理前后的煤样孔裂隙结构演变进行了分析。试验验证了自研发超声脉冲设备的有效性，并为下一步研究提供了重要依据。

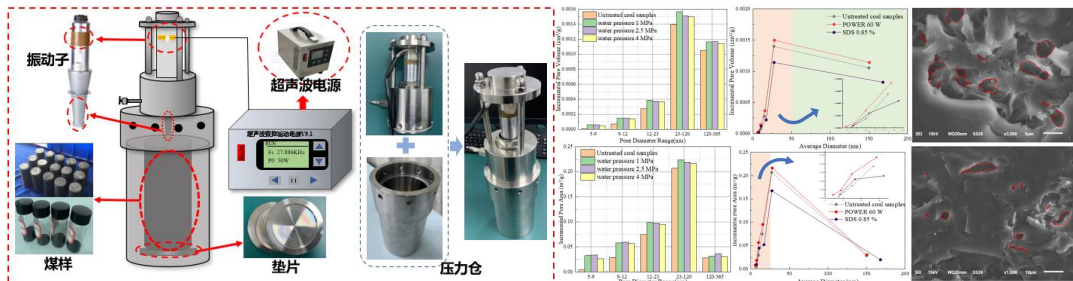


图4 超声激励注水试验基础装置与煤层超声扩孔试验

(5) 智能放煤综合试验平台与防尘防雾图像高速采集系统

研发了智能放煤综合试验平台，模拟研究井下多场景、复杂环境下的放煤过程，实现了不同采放比、不同煤矸块度、不同光照等的放煤试验。研发了“四位一体”防尘防雾图像高速采集系统，满幅条件下采集速率最大可达 200 帧/秒。

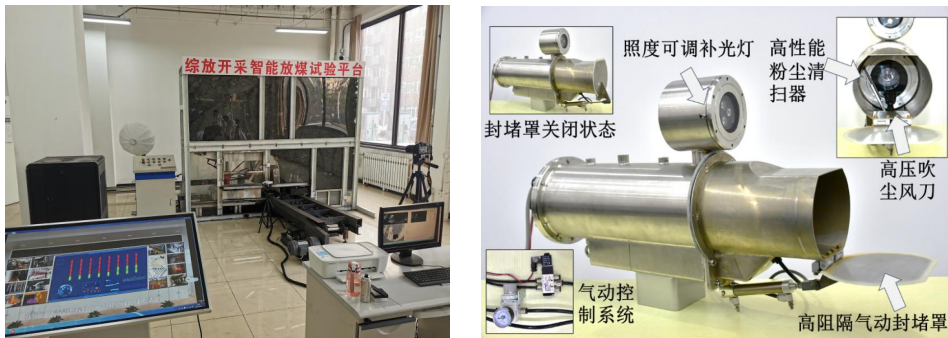


图 5 智能放煤综合试验平台与防尘防雾图像高速采集系统

(6) 无煤柱自三维物理实验系统

自主研发了切顶卸压无煤柱自成巷三维地质力学模型试验系统，深入研究了无煤柱自成巷开采全过程的覆岩运动机制、矿压显现规律与自成巷变形破坏机制，实现无煤柱自成巷采掘留一体化开采全过程的真实模拟与完整工作面矿压规律的监测分析。

五、队伍建设与人才培养情况

(1000 字以内)

(1) 队伍建设

2022 年度，实验室以全面提升师资队伍整体素质为中心，以大力培养杰出人才为重点，通过培养与引进相结合，加强学术带头人、优秀中青年骨干的培养，取得显著成果，其中，实验室主任王家臣教授负责的“采矿工程教师团队”入选第二批全国高校黄大年式教师团队；何满潮院士当选国际地质灾害与减灾协会（ICGdR）副主席；实验室骨干成员王琦教授荣获“第十七届中国青年科技奖、陈绍杰教授带领的开采沉陷控制与环境保护团队，获批“山东青年创新突击队”、“刘伟韬优秀人才创新工作室”被评为山东省教育系统劳模和优秀人才创新工作室。

(2) 人才培养

实验室积极开展高层次人才和青年人才培养工作，实验室副主任赵毅鑫教授获得国家杰出青年科学基金项目资助，1 人入选泰山学者特聘专家，3 人入选泰山学者青年专家；1 人入选万人计划科技创新领军人才，2 人入选万人计划青年拔尖人才、1 人入选国家海外优青；1 人获评全国煤炭青年五四奖章提名奖，2

人获评煤炭青年科技奖，2 人获评全国高校矿业石油与安全工程领域优秀青年科技人才。李杨教授入选青年拔尖人才计划；杨胜利教授获霍英东教育教学奖、2022 最美煤炭科技工作者；2 人入选中国科协青年人才托举工程、1 人获中绿盟 2022 年度十佳研究生优秀学位论文奖；高红科入选 2022 年度人社部“博士后创新人才支持计划”、张星宇博士论文获中国岩石力学与工程学会优博论文奖，实验室在开展科研工作的同时，将科研问题引入教学工作，培养学生解决工程问题的实践创新能力。

六、下一年度目标

(500 字以内)

聚焦国家能源发展战略与煤炭行业重大需求，紧密围绕应急管理部重点实验室建设要求，继续开展矿山开采灾害防控技术咨询与服务工作，参加冲击地压、顶板灾害、煤与瓦斯突出等灾害防治方面的现场或线上评审会、咨询会等 10 次以上；煤矿企业灾害预防与处置等方面的技术服务或开发类项目 10 项以上；参加煤矿现场救援或事故处置或防灾技术指导 3 次以上；组织应急管理人员/煤矿工人矿山灾害救援技能培训 2 次以上；配合应急管理部，在矿区组织矿山灾害科普、应急演练和宣传 2 次以上；在多项关键技术上取得突破，成果转化 5 项以上；获省部级科技奖励 3 项以上，行业或地方标准（草案）2 项以上。

七、其他需要说明的情况

(500 字以内)

无

八、依托单位审核意见与自评估结果

（依托单位给出审核意见和自评估结果，500字以内）

按照应急管理部《应急管理部重点实验室考核评估细则（试行）》（应急厅[2022]10号）及《关于提交应急管理部重点实验室2022年度报告的通知》要求，煤矿灾害预防与处置应急管理部重点实验室依托单位应急管理部国家安全科学与工程研究院、重庆大学和山东科技大学，对年度报告分别进行了公示和自评价，认为报告完整，2022年度目标基本完成，当年度及时按要求报送相关材料，取得了一定研究成果，支撑服务了应急管理业务；2022年度，实验室整体运行良好，体制机制不断完善，在研究水平、业务贡献、基础建设与人才培养等方面均平稳发展。