

煤炭智能开采与岩层控制全国重点实验室

2025 年度开放基金项目申请指南

根据煤炭智能开采与岩层控制全国重点实验室“开放、流动、联合、竞争”的运行机制，为创造良好的科研条件和学术氛围，吸引、凝聚国内外优秀学者，共同研究、联合攻关，促进高水平成果产出，打造煤炭智能开采与岩层控制领域科学研究活动基地和人才培养基地。根据有关规定，现公开发布煤炭智能开采与岩层控制全国重点实验室 2025 年度开放基金项目申请指南。

一、指南方向

方向 1. 采动应力精准测量技术与装备研发（重点项目）

研究内容：开发采动应力精准测量技术与装备，解决传统测量方法的适用性和精度问题，为相关工程领域提供高效、精确的采动应力评估工具。研究内容：（1）采动应力精准测量方法的优化与融合；（2）采动应力连续、实时、精准测量装备研发；（3）采动应力测量数据处理与评估平台构建。

考核指标：（1）提出至少 1 种新型采动应力精准测量方法；（2）研发出 1 套采动应力精准测量装备；（3）开发出 1 套采动应力智能监测系统；（4）发表 SCI 论文 2 篇。

技术联系人：娄老师

方向 2. 光照退化场景下视觉深度计算（一般项目）

研究内容：研究光照退化场景下视觉深度计算理论和方法，重点研究光照退化场景下的视觉深度计算模型，探索不同光照退化条件对视觉深度计算的影响规律，设计光照退化场景下的视觉深度优化方法；研究光照退化场景下多种视觉传感器融合的深度计算方法，突破光照退化场景下的高质量深度获取难题。

考核指标：（1）设计光照退化场景下的视觉深度计算模型和优化方法；（2）研发光照退化场景下视觉深度计算软件；（3）围绕光照退化场景下视觉深度计算技术及应用，编制标准草案 1 项；（4）发表高质量 SCI/EI 论文 2 篇，申请发明专利 1 件。

技术联系人：范老师

方向 3. 地下空间时变趋势的视觉推演（一般项目）

研究内容：研究地下空间时变趋势的视觉推演理论与分析方法，重点研究地下空间场景不同视觉传感器图像（包括可见光、非可见光或深度等不同模态图像）的时变特性和表征方法，设计矿井巷道时变趋势的视觉推演模型；基于视觉推演模型，研究巷道壁形变趋势的智能分析与预测方法，支撑矿井巷道变形程度的高效、准确监测。

考核指标：（1）建立矿井巷道时变趋势的视觉推演模型，形成矿井巷道壁形变趋势的智能分析与预测方案；（2）研发巷道壁形变趋势的智能分析与预测软件；（3）围绕地下空间时变趋势的视觉智能分析与预测方法及应用，编制标准草案 1 项；（4）发表高质量 SCI/EI 论文 2 篇，申请发明专利 1 件。

技术联系人：范老师

方向 4. 基于同构穿戴式装置的井下作业机器人力沉浸式遥操作控制方法（一般项目）

研究内容：建立穿戴式同构主/从遥操作的高精准实时力位映射模型，设计力/位映射及

双边力/位协调遥控操作控制器，提高从臂的灵巧作业能力与安全性；研究基于建立的实时力位映射模型的抗时延稳定控制方法，保证遥操作过程的透明度和稳定性，提高对井下作业机器人的力控操作沉浸感。搭建井下典型应用场景，进行力沉浸式遥操作演示验证。

考核指标：（1）基于具有力反馈能力的穿戴式同构装置建立一套机器人主/从高精度实时力沉浸式控制模型与方法，并编制标准草案 1 项；（2）反馈力 $\geq 25\text{N}$ 、力控精度优于 10%；（3）发表 SCI 论文（JCR 二区及以上）不少于 1 篇，申报发明专利不少于 1 项。

技术联系人：付老师

方向 5.面向变环境扰动下刮板链多视角自适应精准尺寸重构与测量（一般项目）

研究内容：研究基于多目视觉传感的图像高效采集系统和适用于变环境扰动下多成像视角采集过程中刮板链本体区域的预分割方法，高效提取刮板链关联的像素级区域；针对筛选后的像素级区域，利用理论和数值模型围绕已有像素边界，自适应搜索对应的精细化/亚像素级边缘；对于遮挡、缺失、噪声粘连等情况能够基于上下文信息进行鲁棒预测，针对修复的关键特征进行三维重建，实现刮板链关键尺寸的异常检测。

考核指标：（1）融合人工智能、模式识别、视觉检测与测量等多学科研究方法，形成基于多目视觉感知的数据采集硬件平台以及可适用于变环境扰动下多刮板链关键尺寸精准测量系统，并编制标准草案 1 项；（2）刮板链关键测量尺寸误差 $\leq 2\text{mm}$ ；（3）申请发明专利 1 项，发表 SCI 论文 1 篇。

技术联系人：张老师

方向 6.设备全生命周期网络标识卡（一般项目）

研究内容：建立煤矿设备全生命周期指标评估体系，构建设备关键零部件多层次多阶段评估模型，研究设备全生命周期的管理理论，形成全生命周期管理标准；针对矿井设备生命周期中实时数据难采集、数据维度欠缺、物理-信息数据交互不强的问题，设计集成化的设备全生命周期监测终端，实现异构多源多模态数据采集与融合处理；建立支持信息-物理融合的设备全生命周期管理云服务平台，对采集到的设备溯源数据进行数据归总与分析，建立设备溯源数据与网络标识卡的高效映射关系，实现数据的快速关联与查询。

考核指标：（1）研发一套矿井设备全生命周期监测数据采集终端；（2）编制煤矿设备全生命周期管理标准草案 1 项；（3）开发设备全生命周期数据管理软件平台；（4）申请发明专利 1 项；（5）发表 SCI 论文 1 篇。

技术联系人：田老师

方向 7.端面特性的数字化表征及对岩石破坏的影响与应用（一般项目）

研究内容：建立试样端面特性多维度量化表征指标，形成试样端面特性的数字化表征方法；在此基础上，建立复杂应力路径下岩石材料破坏的物理模型和数值模型，获取端面特性对岩石“时—空—强”破坏信号的演变规律；通过与室内岩石力学试验相结合，揭示端面特性对岩石材料破坏过程的影响规律；以典型地质赋存条件为背景，结合物理和数值模型分析和预测顶底板起伏对回采中煤层应力分布的影响规律，为动力灾害超前防治策略的制定提供基础。

考核指标：（1）构建试样端面特性的数字化表征方法；（2）揭示端面特性对岩石材料破坏过程的影响规律；（3）明确顶底板起伏对回采中煤层应力分布的影响规律；（4）发表 SCI 论文（JCR 1 区）2 篇；（5）编写有关煤岩体冲击倾向性测试标准草案、岩石力学测试样品的端面平整度测量标准草案 1 项或岩样品端面平整度数字化描述标准草案 1 项。

技术联系人：石老师

方向 8.基于大模型的煤矿隐蔽致灾地质因素智能预报系统（一般项目）

研究内容：（1）多源异构数据知识库建设：基于知识图谱与 RAG（Retrieval-Augmented Generation）技术，构建煤矿隐蔽致灾地质因素的知识库与数据库，实现隐蔽致灾地质体信息与数据的整合与智能治理。该知识库将包含地质体的多模态数据，如文本、图像、传感器数据等，以及相关的专业知识和历史案例，以支持智能预报系统的开发和运行；（2）智能体开发平台原型系统：开发一个低代码平台原型系统，专门用于隐蔽致灾地质因素的 AI 智能体开发。该平台将集成智能体开发与发布、工作流编排、插件开发与管理、知识库创建与管理、记忆设置、对话体验、角色设定等功能，以实现隐蔽致灾地质因素的智能预测预警。平台将支持快速开发和部署 AI 应用，提高系统的响应速度和预测准确性；（3）智能预测预报技术：利用 AI 智能体技术，结合历史知识和领域专业模型，自主分析地质致灾体的生成机理与产生机制，实现对隐蔽致灾地质因素的预测预报。通过深度学习和机器学习技术，提高预测的准确性和效率，为煤矿安全生产提供科学依据。

考核指标：（1）知识库建设：建设煤矿隐蔽致灾地质因素知识库，包含常见的煤矿隐蔽致灾地质体多模态数据，确保知识库的全面性和准确性；（2）智能预测预报能力：建立煤矿隐蔽致灾地质因素大模型，能够实现隐蔽致灾地质因素的智能预测预报，提高预报的准确性和响应速度；（3）预报准确率：预报的准确率达到 80%以上；（4）学术成果与知识产权：SCI 论文录用 1 篇，受理发明专利 1 项。

技术联系人：陈老师

方向 9 基于深度学习的矿井地质异常体的智能识别与解释方法（一般项目）

研究内容：针对煤矿地震勘探资料中的陷落柱、断层和采空区等地质异常体解释时间成本高，自动化程度低的问题，研究基于深度学习的高精度、高效的智能化识别与解释方法。具体内容：（1）针对至少一种类型的地质异常体，通过模型正演或人工合成数据方式，构建携带异常体标签的数据集；（2）研究基于生成式建模技术的数据增广或数据合成方法，扩充用于深度学习模型训练的数据集规模；（3）提出高精度、高效的基于深度学习的地质异常体的智能识别模型和算法；（4）基于算法的异常体识别结果，研究并提出自动解释异常体曲面的自动解释技术。

考核指标：（1）针对至少一种类型的地质异常体，提出基于深度学习的智能化识别和解释模型，并在实际工区数据上超过人工解释结果；（2）受理发明专利 1 项；（3）SCI/EI 检索期刊论文录用 1 篇。

技术联系人：刘老师

方向 10.井下非结构化环境下机器人惯导/视觉组合导航与路径规划研究（一般项目）

研究内容：分析井下如低照度、高粉尘、崎岖地形、强磁场干扰、狭小空间等复杂环境因素对惯导/视觉传感器性能参数的影响机制，建立面向非结构化环境下视-空-磁耦合作用的传感器误差模型，进一步研究多源信息误差模型下的机器人实时定位与姿态估计算法，探索面向井下恶劣条件的惯导/视觉组合导航方法；结合井下环境信息（如障碍物分布、巷道走向、地质条件等）及机器人运动学约束（如尺寸限制、最小转弯半径等）对运动路径内外作用机理分析，构建强鲁棒性路径规划算法；结合井下实际场景开展实验与算法优化，对理论与实验模型进行进一步验证、比对与校准，研发满足井下非结构化环境下可靠性、稳定性、准确性作业要求的机器人自主智能导航与路径规划策略。

考核指标：（1）建立井下非结构化环境下视-空-磁耦合作用的传感器误差模型；（2）构建面向井下恶劣条件的惯导/视觉组合导航策略；（3）完成井下非结构化环境与机器人运动约束内外作用下的鲁棒路径规划算法设计；（4）发表 SCI 期刊论文 1-2 篇。

技术联系人：任老师

方向 11.高速截割-冲击载荷条件下截齿性能非线性退化机理与寿命预测（一般项目）

研究内容：煤机装备截齿长期处于高速截割-冲击载荷条件下服役，在极强的推力作用下压碎、切割煤层。高冲击、高应力的服役状态产生的高温致使截齿齿体磨损和断裂、齿尖磨损和破裂具有极大的非线性，高温条件下截齿的表面力学性能及齿尖与齿座基体的结合强度具有更大的不确定性。基于此，高速截割磨损退化导致的软失效与随机载荷冲击导致的硬失效增加了截齿寿命预测的不确定度。通过考虑持续冲击、变速率加速退化和硬失效阈值变化对截齿磨损的影响，研究高速截割-冲击载荷条件下截齿性能非线性退化机理与寿命预测具有重要的意义。项目内容包括：（1）研究高速截割-冲击载荷条件下截齿的高温摩擦磨损机理及高温强韧机理，探究高温状态下齿尖与齿体之间钎焊的结合强度，分析截齿失效形式及失效机制；（2）根据截齿的失效形式，基于自然磨损退化、冲击瞬时退化以及冲击持续时间内的变速率加速退化，研究高速截割-冲击载荷下截齿性能非线性退化机理；（3）基于 BP 神经网络开展截齿疲劳寿命预测研究，获得截齿疲劳寿命与截齿的总形变、等效应力、等效弹性应变的相关性。

考核指标：（1）结合高温力学性能实验，揭示高速截割-冲击载荷条件下的截齿高温摩擦磨损机理，构建截齿失效力学模型；（2）通过截齿截割失效分析，揭示高速截割-冲击载荷条件下截齿性能非线性退化机理；（3）基于有限元分析，建立基于 BP 神经网络的截齿寿命预测模型；（4）发表 SCI 论文（JCR 一区）2 篇。

技术联系人：任老师

方向 12.机理-知识-数据混合驱动的掘进装备智能诊断与寿命预测关键技术研究（一般项目）

研究内容：掘进装备故障数据少，故障模式多，故障相关性强，单纯基于数据驱动的方法过分依赖训练数据，缺乏必要的机理及经验指导，泛化能力和可解释性差。因此，如何结合掘进装备的结构特点和故障机理，将机理模型、知识模型和数据驱动模型相融合，研究多零部件、多退化机制、多故障类型下的故障趋势自分析、故障类型自预告和剩余寿命自预测，从而为运维方案自决策、库存资源自优化提供科学依据，以寻求更高效、更经济、更科学的智能运维方式，对于提高掘进装备安全可靠运行能力，实现煤机装备企业“由制造业向制造服务业转型”具有重大意义。具体研究内容为：（1）多源多维异构数据融合的掘进装备故障诊断研究；（2）机理-知识引导的掘进装备多模故障诊断研究；（3）基于多尺度信息深度迁移的掘进装备寿命预测研究；（4）诊断-预测信息协同的掘进装备预测性维修及资源优化研究。

考核指标：（1）系统接入测点不少于 30 个，覆盖传动系统、电气系统、液压系统等核心子系统，包含振动、油品、温度、电流、电压等多源、多维、异构指标；（2）构建指标树与故障树的映射网络；（3）实现故障精准诊断和寿命可信预测，故障类型不少于 20 种，算法模型不少于 10 种；（4）故障识别准确率 $>80\%$ ，寿命预测准确度 $>60\%$ ；（5）发表 SCI 论文（JCR 二区以上）2 篇；（6）申请发明专利 2 项。

技术联系人：秦老师

方向 13. 采掘设备截齿齿座的仿生耐磨结构设计及性能优化（一般项目）

研究内容：通过仿生耦合技术，深入分析生物原型材料特性、结构参数及轮廓形貌，设计出兼具协同作用的仿生齿座结构，使其在高强度截割工况中实现减阻、耐磨和热稳定性性能的协同提升。通过研究齿座与煤岩相互作用行为，提出齿座-煤岩作用机理。在热-固多物理场耦合作用下，分析齿座表面应力场及温度分布，建立力、热耦合作用下齿座寿命预测模型。通过响应面法或正交试验方法优化仿生齿座结构参数，确定最优仿生结构。为进一步提升仿生齿座耐磨性，研究表面合金化、熔覆及涂层等表面强化技术，以优化仿生结构的性能，得到适用于仿生齿座的高性能耐磨层的表面强化技术。结合实验验证仿生齿座结构的耐磨性能。

考核指标：（1）设计仿生高耐磨减阻采掘设备齿座结构；（2）构建力、热场耦合作用下齿座寿命预测模型；（3）基于试验优化方法完成对仿生齿座结构的优化，获得最优结构参数；（4）制备齿座仿生表面耐磨层结构；（5）发表 SCI 论文（JCR 二区）2 篇；（6）仿生齿座相比于原齿座磨损量减少 15%-20% 左右。

技术联系人：王老师

方向 14. 带式输送机动力学模型和计算方法研究（一般项目）

研究内容：提出输送带粘弹性力学理论，建立输送带粘弹性模型，进一步研究输送带动态特性。输送带种类较多，结构各有不同，但均具有明显的粘弹性特性，针对不同类型输送带特点，考虑温度、速度等因素影响，研究建立各类型输送带粘弹性模型；建立输送带粘弹性参数（弹性模量、阻尼系数）数据库；对输送带进行单元划分，并利用粘弹性动力学进行受力分析，建立多个单元的受力平衡方程，采用数值分析方法进行求解，进而建立整机动力学模型，为输送带的设计和复杂环境下的运行控制提供理论支撑。

考核指标：（1）建立各类型输送带粘弹性模型；（2）建立输送带粘弹性参数（弹性模量、阻尼系数）数据库；（3）建立带式输送机整机动力学模型；（4）通过多研究方法（理论及数值模型、室内试验、现场监测等）的有效结合和多学科（弹性力学、材料力学、机械动力学等）的全方位交叉，实现一体化研究框架；（5）发表 SCI 论文 2 篇。

技术联系人：宋老师

方向 15. 刮板输送装备哑铃销失效感知技术研究（一般项目）

研究内容：针对刮板输送装备使用过程中，哑铃销发生丢失、断裂等多种问题，通过研究哑铃销失效识别、信号传输、处理等技术，实现对哑铃销状态的感知及故障报警。具体包括：（1）中部槽两侧哑铃销失效识别技术研究；（2）哑铃销失效感知系统供电及信号传输设计；（3）哑铃销失效感知与工况监测系统的集成应用研究。

考核指标：（1）完成哑铃销失效感知系统 1 套；（2）哑铃销丢失、断裂等失效感知准确率 $\geq 95\%$ ；（3）授权发明专利 ≥ 2 项；（4）发表 EI 论文 2 篇。

技术联系人：李老师

方向 16. 顺槽用皮带自移机尾自导航位置检测技术研究（一般项目）

研究内容：针对皮带自移机尾相对位置和皮带跑偏量无法精确测量，造成设备推移过程中仍需人为干预，无法实现设备自导航推移和无人化操作。本课题主要研究一种适用于煤矿井下用的皮带跑偏和位置检测技术，具体包括：（1）煤矿复杂环境下的皮带自移机尾位置检测方法研究；（2）皮带跑偏实时检测算法研究；（3）皮带自移机尾相对皮带架的位置检测算法研究。

考核指标: (1) 顺槽用皮带自移机尾位置检测和皮带跑偏算法 1 套; (2) 有效测量距离 $\geq 10\text{m}$; (3) 位置检测误差 $\leq 50\text{mm}$, 跑偏检测误差 $\leq 20\text{mm}$; (4) 授权发明专利 ≥ 1 项; 软件著作权 ≥ 2 项; (5) 发表 EI 论文 2 篇。

技术联系人: 李老师

方向 17.井下复杂环境毫米波雷达精准动目标识别方法研究 (一般项目)

研究内容: 在煤矿井下狭长巷道环境, 受场景杂波干扰、多径效应的影响, 毫米波雷达受到的干扰分布随机、过程复杂, 且与目标特征重叠, 进而导致目标识别精准度下降。现有技术方法对雷达发射信号的多径传输干扰抑制性能不足, 难以从强干扰中提取移动作业人员等微弱目标并抑制虚假目标。如何有效利用毫米波雷达的反射信号实现井下复杂环境下的微弱目标准确检测是本项目的研究重点。主要研究内容包括: (1) 针对井下狭长巷道环境下毫米波雷达目标回波信号传输与干扰模型; (2) 研究井下毫米波雷达多目标回波信号分离策略, 实现虚假目标的抑制以及微弱目标信号的增强和检测; (3) 研究毫米波雷达与相机融合的多目标检测与跟踪方法, 实现煤矿井下复杂环境下对作业人员等动目标的准确实时识别。

考核指标: (1) 实现毫米波雷达在井下巷道环境内作业人员等动目标信号的增强和检测, 检测准确率 $\geq 95\%$; (2) 研究毫米波雷达与高速相机特征级融合目标检测算法, 实现低光照、高粉尘、水雾等复杂场景下的动目标识别, 虚警率 $< 3\%$ 、准确率 $\geq 97\%$; (3) 发表 SCI/EI 论文 2 篇。

技术联系人: 叶老师

方向 18.井下工业控制现场高可靠分布式通信技术研究 (一般项目)

研究内容: 当前煤矿井下主干网络已实现以太网覆盖, 各边缘设备可基于以太网交互数据, 常见通信协议有 ModbusTCP、EIP、PROFINET 等。但是工业控制场景下设备间通信的鲁棒性、可靠性、实时性还不能保证, 系统间协同能力有待提高。分布式通信技术需要为边缘设备自动构建高可靠、强实时的通信信道, 具备完善的发现连接、设备组网、数据与服务发布功能, 具有一对一、一对多、组播等高效通信方式, 具备高可靠、强实时等工业协议特征。分布式通信是构建分布式控制系统的基础和底座。主要研究内容包括: (1) 分布式建模语言或标准。研究分布式建模语言、标准, 设计适合煤矿工业现场的分布式建模方案; (2) 分布式通信理论方法。对当前主流分布式通信方式、链路协议开展研究, 针对煤矿井下链路通信特点设计通信协议, 需要特别关注通信的鲁棒性、可靠性、实时性、自愈能力等内容; (3) 分布式网络通信实现。根据建模方案及通信技术, 完成分布式通信系统构建。

考核指标: (1) 高可靠强实时分布式通信系统建模方案 (语言) 一套: ①具有发现连接、设备组网、数据与服务发布功能; ②支持一对一、一对多、组播等通信方式; ③分布式节点容量 > 128 ; (2) 分布式通信软件一套 (包含源码): ①至少支持 ARM32 及 ARM64; ②RAM 占用 $\leq 256\text{MB}$, CPU 占用率 $\leq 60\%$; ③端到端数据时延 $\leq 10\text{ms}$, 抖动 $< 1\text{ms}$ (100M 以太网, 20% 负载率, ARM32 单核 1G 处理器); ④网络自愈时间 $\leq 50\text{ms}$ (100M 以太网); (3) 发表 SCI/EI 论文 2 篇。

技术联系人: 袁老师

方向 19.基于机器学习方法的真实地震全波形数据反演成像算法研究 (一般项目)

研究内容: 可控冲击震源目前已突破了传统锤击震源以面波能量为主的技术瓶颈, 发展成为一种全新的深层照明、超宽带高信噪比的震源技术。依托该震源构建的新型可控冲击物探技术可为地震勘探工程提供千米深度、米级分辨率的真实脉冲地震全反射道集数据, 同时

也给波速结构反演成像算法提出了全新的挑战。具体研究内容包括：（1）建立可控冲击震源全波形地震道集的震源脉冲子波解算机器学习算法，可有效提取冲击震源脉冲子波并依据此进行互相关降噪、能量与频带补偿；（2）以全波形反演方法为技术框架，基于机器学习方法，提出替代伴随波场梯度计算数值方法的梯度求解方案与算法；（3）构建基于上述子波解算与全波形反演的流程化机器学习算法，对冲击震源地震道集进行高拟合度全波形反演成像。

考核指标：（1）建立可控冲击震源全波形地震道集的震源脉冲子波解算机器学习方案，可有效提取冲击震源脉冲子波并依据此进行互相关降噪、能量与频带补偿；（2）构建基于机器学习方法的波速场迭代梯度求解算法，实现对真实脉冲地震全波形道集的有效收敛，迭代平稳后 RMSE<25%；（3）发表 SCI 论文 2 篇（中科院 2 区以上）。

技术联系人：崔老师

方向 20.应力状态下岩石纳米孔隙吸附-变形耦合特性研究（一般项目）

研究内容：纳米孔隙的存在会导致岩石在吸附/解吸过程中伴随着显著变形和应力变化，并进一步影响工程岩体的长期稳定性。该耦合现象的微观机理尚不明确，理论模型也不成熟。由于纳米尺度下原位实验手段极其有限，对于纳米孔隙中吸附-变形的耦合机理可以借助原子模拟方法进行分析，并在此基础上将微观分析结果向上均匀化到宏观尺度，从而得到应力状态下的吸附-变形耦合理论，并和宏观试验交叉验证。主要研究内容包括：（1）岩石吸附-变形耦合微观机理研究。在原子尺度上解析纳米孔隙吸附-变形耦合的物理机制，并明确外部应力在该机制中的主要作用；（2）纳米孔隙内吸附-变形理论模型构建。结合微观机理，基于多尺度力学框架，将原子模拟结果向上均匀化，建立定量描述岩石纳米孔隙吸附-变形关系的理论模型；（3）吸附-变形理论模型的实验验证。取脆性岩石在不同应力水平下进行水蒸气的吸附试验，标定变形量与吸附量之间的关系，并与构建的理论模型预测结果进行对比。

考核指标：（1）给出岩石纳米孔隙中吸附-变形耦合的微观机理；（2）构建应力条件下纳米孔隙吸附-变形理论模型；（3）明确岩石水蒸气吸附-变形耦合特性和外部应力的关系；（4）发表 SCI 论文（JCR 一区）2 篇。

技术联系人：吴老师

方向 21.基于深度学习的岩石破裂声发射高精度监测（一般项目）

研究内容：室内岩石力学试验的最新研究表明，岩石在破裂前的声发射信号中蕴含着揭示后续破裂机制的关键信息；声发射作为反映岩石或断层破裂状态的重要指示信号，在预测岩石力学试验和采矿过程中的突发性破坏方面具有巨大的应用潜力。扩展至现场监测尺度，在实际采矿过程中对矿震的实时、高精度监测是控制与缓解矿震风险的关键措施之一。近年来，深度学习技术在地震信号分析领域的应用取得了显著成效，较传统方法在波形拾取的精度、准确性和效率方面实现了突破性提升。本研究旨在研发基于深度学习的岩石破裂声发射高精度分析算法，实现对实验室或现场监测中的破裂信号的全自动、高精度检测与定位。基于地震自相似性特征，探索适用于室内岩石力学试验和现场矿震的经验尺度缩放法则，建立可将基于传统地震数据的预训练模型迁移至不同应用尺度的技术路径。通过构建面向声发射及矿震信号的全自动定位流程，进一步探讨基于高精度声发射监测的岩石破裂状态实时监测的可行性及其关键条件，为采矿安全监测和地震孕震机制研究提供创新性技术支持和科学依据。

考核指标：（1）探索基于预训练地震检测模型的经验尺度缩放法则，构建适用于岩石力学声发射信号和现场矿震的高精度机器学习模型；（2）构建全自动、高精度声发射监测与定

位流程，实现室内岩石力学试验的连续高效监测；（3）发表 SCI 论文（JCR 一区）2 篇。

技术联系人：吴老师

方向 22.巷道围岩扰动特征及支护作用的尺寸效应研究（一般项目）

研究内容：探讨巷道掘进过程中，断面尺寸变化对扰动范围及应力重新分布特性的影响规律，建立同时考虑巷道断面尺寸、原岩应力以及煤岩体力学参数的扰动影响范围预测模型。分析煤岩结构面在煤帮高度方向的尺寸效应特征及其对煤帮破坏模式的作用机制，揭示锚杆（索）支护在超高巷道煤帮稳定性控制中的工作原理。研究直接顶岩性、直接顶厚度和基本顶厚度等因素对超宽顶板变形和破坏的影响机制，阐明锚杆（索）支护对超宽巷道顶板稳定性发挥作用的过程，定量分析锚杆（索）布置方式及支护参数对支护效果的影响规律。

考核指标：（1）建立巷道围岩结构及受力特征的尺寸效应模型；（2）构建巷道掘进扰动影响范围计算方程；（3）揭示巷道尺寸效应作用机理；（4）揭示锚杆（索）支护随巷道尺寸效应的作用特征；（5）发表 SCI 论文（JCR 一区）2 篇。

技术联系人：杨老师

方向 23.高流速地下水作用下西部弱胶结岩层人工冻结壁形成规律及优化调控（一般项目）

研究内容：采用室内试验的方法，获取西部弱胶结岩层热物理力学参数及微观结构特征；采用模型试验、理论分析相结合的方法，研究高流速地下水作用下西部弱胶结岩层冻结温度场的演化规律，揭示地下水流速、岩层裂隙开度以及角度等因素对人工冻结温度场的影响规律，推导得出冻结温度场解析解；采用理论分析以及数值计算相结合的方法，构建考虑裂隙随机分布的弱胶结低温岩体水-热-力三场耦合数值计算模型，结合实际工程参数，计算分析该类岩层条件下人工冻结壁的不良发育成因，并提出针对该类岩层的人工冻结温度场优化调控方法。

考核指标：（1）获取西部弱胶结岩层可冻性以及微观结构特征；（2）揭示高流速地下水作用下西部弱胶结岩层水-热-力三场耦合机制；（3）得出高流速地下水作用下西部弱胶结岩层冻结温度场时空演化规律；（4）提出高流速地下水作用下西部弱胶结岩层立井冻结壁优化调控方法；（5）发表 SCI 论文（JCR 一区）4 篇；（6）申报发明专利 1 项。

技术联系人：丁老师

方向 24.基于人工冻结法应用过程中冻胀发展与控制的综合机制分析（一般项目）

研究内容：研究低温条件下毛细水、薄膜水与孔隙冰的分布及演化规律，结合土壤孔隙结构特征，构建冻结缘区毛细-薄膜水的赋存演化模型；运用毛细理论、薄膜水理论和结晶压理论，结合压-吸应力换算关系，构建冻结缘区毛细-薄膜水的压-吸应力分布模型；根据迁移驱动力分析，确定毛细-薄膜水的迁移路径、方向，揭示冻结缘区水分迁移规律。开展冻土抗拉强度试验，揭示冻土抗拉强度随温度变化规律；在此基础上，结合分凝冰形成条件，构建分凝冰形成机制模型；根据广义 Clapeyron 和 Gibbs-Thomson 方程，解析界面效应对任意界面液相水冻结温度的控制机制，结合分凝冰的界面特征，构建分凝冰融化机制模型；根据上述模型分析，确定分凝冰形成与融化温度，获得分凝冰冻融回滞温度区间，揭示分凝冰的冻融回滞机制。根据冻结缘区毛细-薄膜水的压-吸应力分布模型，确定迁移驱动力随温度变化规律，探寻分凝冰暖端迁移驱动力为零的控制温度；根据分凝冰的冻融回滞特性，确定分凝冰的停止发育带（该带宽范围分凝冰既不生长发育也不融化）；在此基础上，结合分凝冰的隔水性特征，揭示分凝冰的形成、发育和控制机制，探究以“控温方式”为主的分凝冻

胀控制方法。

考核指标: (1) 揭示毛细-薄膜水在冻结缘区的迁移机制, 分凝冰的冻融回滞机制, 以及分凝冰形成、发育和控制综合作用机制; (2) 探明温度变化对迁移驱动力、冻土抗拉强度和水分迁移速度等因素的影响规律; (3) 找到控制冻胀的最佳控温方式; (4) 发表 SCI/EI 论文 2 篇以上, 申请国家发明专利 1 项, 参加国内外重要学术交流会议 1 次。

技术联系人: 丁老师

方向 25. 基于机器学习的煤基固废回填土壤生态毒性预测研究 (一般项目)

研究内容: (1) 多维数据整合与特征选择。收集与煤基固废回填利用相关的重金属含量、土壤物理化学性质、生物生长指标等多维数据, 利用梯度提升树算法来识别对土壤生物毒性影响最大的关键因素。(2) 毒性风险评估模型构建。基于煤基固废回填土壤中植物、动物和微生物的实验室毒性评估结果, 构建随机森林、深度学习等机器学习模型预测不同污染物浓度对土壤生物的毒性影响。通过模型训练, 识别污染物浓度与生物毒性之间的非线性关系。

(3) 生态安全阈值的综合分析。模拟不同情境下的毒性反应, 构建可解释机器学习算法 SHAP 识别不同生物对污染物敏感性差异, 解析污染物的生态安全阈值, 确保煤基固废回填利用的生态安全。

考核指标: (1) 煤基固废回填利用相关的数据库: 建立包含重金属含量、土壤物理化学性质、植物生长指标、微生物群落结构等数据的多维数据库; (2) 机器学习特征选择模型: 开发并验证多种特征选择、毒性预测、归因解释等模型, 识别对回填土壤生物毒性影响最大的关键因素; (3) 发表 SCI 论文 2 篇。

技术联系人: 程老师

方向 26. 煤层注二氧化碳地质封存过程非线性渗流扩散规律与评估方法 (一般项目)

研究内容: 煤层 CO_2 地质封存是一种极具发展前景的碳封存技术, 煤的微观孔裂隙极其发育, CO_2 封存过程与煤中气、水微观作用关系密切, 注入煤层后渗流-扩散演化规律与驱动机制不明, 是煤层 CO_2 封存可注性、封存潜力、封存有效性评估的瓶颈。基于煤层 CO_2 地质封存过程非稳态热-质传递和非线性渗流特征, 研究不同温度-压力下煤体的吸附特征, 建立热-力耦合作用下煤体微应变与宏观渗透率的响应关系; 分析煤层注 CO_2 过程渗流扩散驱动特征, 剖析 CO_2 封存运移轨迹; 构建封存过程传热、渗流扩散、吸附-解吸应变模型, 研究多场耦合下的渗流演化规律, 揭示煤层 CO_2 地质封存微观作用机制, 评估煤层 CO_2 封存潜力及有效性, 为煤层 CO_2 地质封存工业实践提供理论依据。

考核指标: (1) CO_2 注入煤层热-力耦合下煤体全应力-应变机制与渗透性演变特征; (2) 煤层注 CO_2 封存过程非线性渗流行为及迁移轨迹; (3) 煤层 CO_2 封存热质传递-渗流扩散非稳态多场耦合数值模型; (4) 煤层 CO_2 封存过程渗流演化规律与微观作用机制; (5) 煤层 CO_2 封存潜力及有效性评估方法; (6) 发表 SCI 论文 (JCR 一区) 2 篇。

技术联系人: 孙老师

二、申请要求

1. 项目不再下设课题, 项目参与单位总数不超过 3 家。项目研究周期原则上不超过 2 年。2025 年度实验室设开放基金项目共计 26 项, 其中重点项目 1 项, 资助研究金额为 100 万元; 一般项目 25 项, 每项资助研究金额为 15-25 万元。

2. 项目申请人所在单位应具有独立法人资格, 具备良好的研发基础条件和运行机制, 有

可靠的技术基础和经济依托。

3.项目申请人原则上应具备博士学位或副高级以上专业技术职称，年龄在 45 周岁以下，且具有承担或参与省部级以上科技项目经历。特别优秀者可以适当放宽条件。

三、其他说明

1.项目应符合支持方向，否则原则上不予支持。

2.项目由实验室外部人员申请，并优先支持中国煤炭科工集团外部人员。

3.申请人所在单位对申请人的能力与水平以及申请的内容进行审查，提出审查意见，承诺对申请人的时间和条件给予支持，并加盖单位公章。

4.项目申请人有科研严重失信行为记录、相关社会领域信用“黑名单”记录、违规使用各类财政资金记录、违背科研诚信和伦理道德等情况的，不得申请。

5.项目研究工作产生的知识产权（论文、专著、专利、软件著作权等）原则上归属实验室依托单位所有，发明人及所在单位享有在科研和教学活动中免费使用该知识产权的权利。凡受本实验室资助的项目，公开发表的研究成果内容必须严格按照开放基金项目合同（任务书）规定的要求，第一完成单位必须署名煤炭智能开采与岩层控制全国重点实验室(State Key Laboratory of Intelligent Coal Mining and Strata Control)，同时注明“得到煤炭智能开采与岩层控制全国重点实验室开放基金(项目编号:*****)资助”，英文 Supported by the Open Funding of State Key Laboratory of Intelligent Coal Mining and Strata Control(Grant No.*****)“，未按规定进行标注的研究成果不得作为开放基金项目成果用于结题验收。

6.项目申请人下载并按要求填写“煤炭智能开采与岩层控制全国重点实验室开放基金项目申请书”（见附件 1）。实验室开放基金项目申请截止日期：2025 年 6 月 6 日。申请人应在截止日期之前将 1 份纸质版签字盖章申请书邮寄至：北京市朝阳区煤科院小区 煤炭智能开采与岩层控制全国重点实验室（收件人：曹老师，13051533966），并发送申请书电子文件（word 和 PDF 签章版格式）至 sklicmsc@163.com，邮件主题和电子版申请书请注明“申报基金所属方向编码+项目名称+申请人姓名”。

附件 1：开放基金项目申报书（请扫描二维码下载申请书）

