

**深部煤炭资源开采
教育部重点实验室**
Key Laboratory of
Deep Coal Resource Mining(CUMT),
Ministry of Education

2022 年教育部重点实验室建设 工作报告

实验室名称：深部煤炭资源开采教育部重点实验室

实验室主任：姚强岭

实验室联系人/联系电话：0516-83590567

E-mail 地址：yaoqiangling@126.com

校内依托学院名称：矿业工程学院

依托单位联系人/联系电话：汪春娟/ 0516-83590171

目 录

一、实验室基本情况	2
二、年度主要研究成果	5
三、承担科研任务	38
四、实验室管理与研究队伍建设	43
五、学科发展与人才培养	48
六、实验室开放交流	55
七、社会服务	66
八、下一步工作计划	69
九、学术委员会	70

一、实验室基本情况

1、实验室基本情况简介

深部煤炭资源开采教育部重点实验室于 2011 年 12 月 30 日经教育部批准立项建设，2012 年 5 月 9 日通过教育部科技司组织的重点实验室建设计划专家论证，正式启动建设；2016 年 12 月通过教育部验收，正式进入教育部重点实验室序列。

在团队建设方面，实验室现有固定人员 83 人，博士学位获得者占 100%，高级职称人员占 65%，实验室现有国家高层次人才 5 人、青年人才 4 人、省部级人才 35 人。2022 年，我室王方田教授成功入选第三十一届孙越崎能源科学技术奖“青年科技奖”；李桂臣教授成功入选 2022 最美煤炭科技工作者；马丹教授获评 2021 江苏青年科技创新“U35 攀峰”提名人选。张吉雄教授带领的“矿山固废处置与利用研究生导师团队”荣获江苏省“十佳研究生导师团队”提名奖。

在科学研究方面，2017 年以来，实验室固定人员承担科研项目 1000 余项，其中，合同额达 6 亿余元；发表高水平学术论文 800 余篇；授权发明专利 420 余件；研究成果获省部级和行业以上科技奖励 110 余项，广泛应用于国家能源、中煤、山西焦煤、淮南矿业、兖矿、冀中能源、河南能化、陕煤化、同煤、龙煤、山东能源等大型煤炭企业，促进了企业经济和社会效益增长，为国家能源安全提供了保障。

在服务本科人才培养方面，实验室全体固定人员均承担本科教学任务，鼓励研究人员积极把科研成果转化成教学资源，积极从事本科生科研训练指导工作；每年设立实验室大学生科研创新训练计划，引导本科生走进实验室，积极推动实验室开放。2017 年至今，实验室设立大学生科研创新训练计划项目 57 项，指导本科生获得各级各类奖励 110 余项。实验室服务本科教学能力显著提升。

在硬件建设方面，截至 2022 年底，实验室拥有科研及实验用房面积 5000m²，仪器设备 1023 台（套），固定资产总值 5590 万元。其中，10 万元以上的大型仪器设备 91 台（套），固定资产总值 4415 万元。结合原有基础，本实验室形成了针对深部煤炭资源开采中高地应力、高地温、高水压、强渗流场和时间效应带来的深部岩层移动、岩体强流变及动力响应、渗流突变及采矿方法等主要科学问题的系统实验与模拟分析能力。建立了 3 大试验技术平台：深部采煤方法与技术试

验平台，该平台由 30 余台（套）仪器设备组成，具备了完整的深部采煤方法所涉及基础理论问题的实验室试验分析能力；深部围岩变形与控制试验平台，该系统由 40 余台（套）仪器设备组成，具备了完整的深部围岩变形与控制方面的试验与分析能力；深部围岩动力灾害控制试验平台，该系统主要由近 30 台（套）仪器设备组成，具备了完整的深部围岩动力灾害控制试验与分析能力。

在学术交流方面，实验室定期主办、协办或承办国内外学术会议，如煤矿动力灾害国际学术研讨会、全国岩石动力学学术会议暨高端学术论坛、全国冲击地压防治前沿理论与技术大会、矿压理论与实践研讨会等，在国内外形成了一定的影响力。实验室注重与国内外相关高校和研究机构的交流合作，每年国内外互访交流活动 20 余次。目前，实验室已与美国肯塔基大学、加拿大英属哥伦比亚大学、澳大利亚新南威尔士大学、澳大利亚伍伦贡大学、波兰克拉科夫科技大学、德国波鸿工业大学、波兰矿山研究总院、澳大利亚联邦科学院等 20 多个高校和研究机构建立了良好的学术关系，开展了广泛的学术交流与互访。实验室每年资助 5 项开放基金，资助青年学者围绕深部煤炭资源开采的关键科学和技术问题展开研究；平均每年选派 2~3 名研究人员到国外知名大学和科研机构访学，开展学术交流。

在内部管理方面，实验室本着“开放、流动、联合、竞争”的运行机制，积极探索与选择适合自身特点的发展模式，积极筹集落实建设资金，推进实验室建设；注重内部管理，建立健全组织机构和内部规章制度，制订出台 10 余项管理文件或规定；提高实验室仪器设备运行效益的机制和方法，增强实验室可持续发展和良性循环的能力。同时，着力推进产、学、研、用结合，在科学研究和人才培养方面与国内各大煤炭科研机构 and 大型国有企业建立了有效的合作与协作机制，积极推进基础研究成果向生产力转化，为国家煤炭工业发展做出了应有贡献。

2、实验室目标定位

根据中国矿业大学《中国矿业大学一流学科建设方案》、《综合改革实施方案》和《中长期发展战略规划》，矿业学院制定了《矿业工程学院一流学科建设方案》（以下简称“《方案》”）。《方案》提出：面向能源生产与消费技术革命，瞄准矿业开发可持续发展问题，立足能源矿业特色，以（深部）煤炭资源绿色智能开发科学问题为导向开展研究，引领未来资源开发新方向，拓展资源开发空间。设置绿色开采、深地开发、智能采矿和未来矿业四个研究领域，在领域之下再设置具

体研究方向，形成“领域+方向”的矿业工程“双一流”学科建设架构。其中，“深地开发”研究领域主要聚集深地煤岩体力学基础理论、深地岩层运动与控制、深地冲击矿压安全防控、深部煤岩体压裂技术及监测、深部矿山地热资源评价与利用、深部矿井智能运输与提升等方向的科学技术难题。

作为“深地开发”研究领域唯一的实体研究平台，深部煤炭资源开采教育部重点实验室围绕矿业学院“双一流”建设目标，以保障国家能源战略及向地球深部进军为目标，针对深部煤炭资源开发中的高地压、高水压、高地温问题，构建深部煤炭资源开采理论技术体系，开展深部采动岩层破断与移动、深部围岩流变大变形及其动力响应、深部采动裂隙演化与渗流突变规律等关键科学问题研究，重点围绕深部煤炭资源开采、深部围岩变形控制、深部围岩动力灾害防治、矿山固废处置与利用等4个研究方向开展攻关，承担了一大批基础研究和应用基础研究项目，产出了一批有国内外影响力的重要成果，研究总体处于国际先进水平，部分达到国际领先水平，在国家科技发展、产业经济和国家安全中发挥了重要作用。

二、年度主要研究成果

2022 年以来，实验室研究团队在科研、教学、承担国家项目、发表学术论文等方面取得了较大的进展，在实验室主要研究方向上取得了较好的创新性成果。2022 年，实验室共发表 SCI 论文 87 篇、EI 论文 38 篇，授权发明专利 66 件；截至 2022 年 11 月底，获得包括山西省科学技术奖励委员会、中国岩石力学与工程学会等省部级与行业科技奖励 7 项。

本年度实验室主要研究方向取得的创新性成果包括如下：

1、深部煤炭充填开采理论与技术

在深部煤炭充填开采岩层控制理论、井下充填材料制备技术、采充协调作业关键技术等方面，依托国家重点研发计划“深地”专项、国家杰出青年科学基金及一批企业科技攻关项目，研究了深部多场耦合环境充填体本构关系和采场矿压显现规律，建立了深部充填工作面采场煤体、支架与充填体协同作用矿压控制理论；研究了深部开采覆岩移动时空演化与地表沉陷响应机制，构建了岩层移动和地表沉陷场一体化模型，形成了深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预测、工程设计方法；研发了煤矿井下高效采充协调作业关键装备，设计了采充一体化协调作业系统与工艺；研制了矸石基聚合物充填充填材料，开发了矸石基聚合物充填沿空留巷技术。上述研究创新了深部煤炭资源生产模式，有力推动了煤炭行业科技创新。

1) 研究了深部多场耦合环境充填体本构关系和采场矿压显现规律，建立了深部充填工作面采场充填体-支架-煤体矿压控制力学模型，揭示煤体、支架与充填体协同控顶机理；形成深部充填开采工作面采场矿压控制理论。

(1) 深部多场耦合环境下充填体本构关系。

研发了深部多场耦合环境下充填体力学特性测试系统，如图 1 所示，采用单因素变量轮换控制方法，并结合分级加载试验方法，测试了渗流场、化学场及应力场等多场耦合环境下充填体承载压缩特性，采用 Burgers 蠕变模型描述了多场耦合环境下充填体的蠕变特征，引入损伤变量 D 构建了蠕变损伤元件，给出了充填体在不同水化学溶液侵蚀条件下的损伤度，在 Burgers 模型中串联了一个 H-P-C 化学损伤体，建立了深部多场耦合环境下充填体本构关系，如图 2 所示。

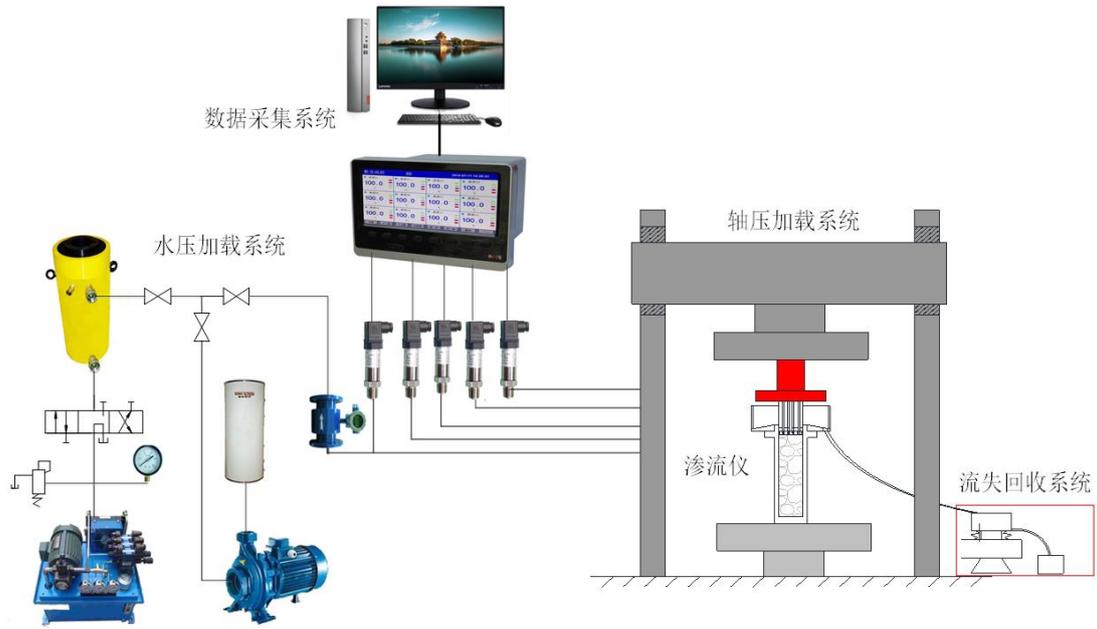


图 1 多场耦合环境下充填体力学特性测试系统

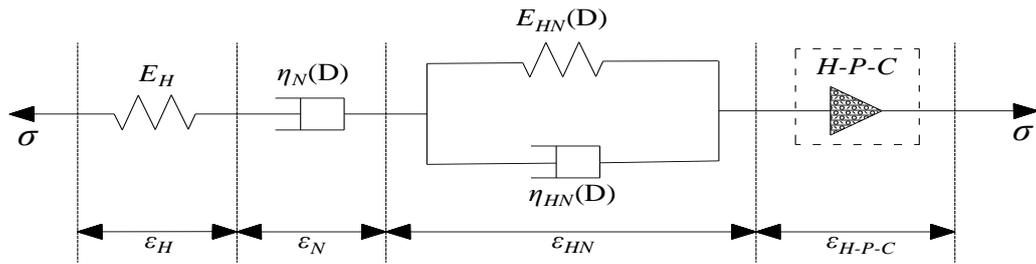


图 2 深部多场耦合环境下充填体本构关系

(2) 深部充填工作面采场矿压显现规律。

采用自行研制的深部充填开采物理相似模拟试验平台，结合非接触式全场应变测量系统与应力监测传感器，建立了深部充填工作面开采物理相似模拟模型，如图 3 所示；研究了充实率对深部充填工作面采场覆岩变形及应力演化的影响规律；基于多场耦合环境充填体承载压缩特性，构建了深部充填工作面开采数值模型；研究了充实率、采高、煤层强度对深部充填工作面采场顶板变形、破坏及应力演化的影响规律，如图 4 所示；基于物理相似与数值模拟研究结果，得到了深部充填工作面采场矿压显现的主要影响因素，揭示了深部充填工作面采场矿压显现规律。

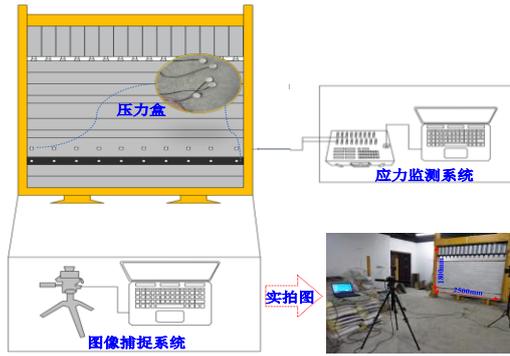


图3 深部充填面开采物理相似模拟模型

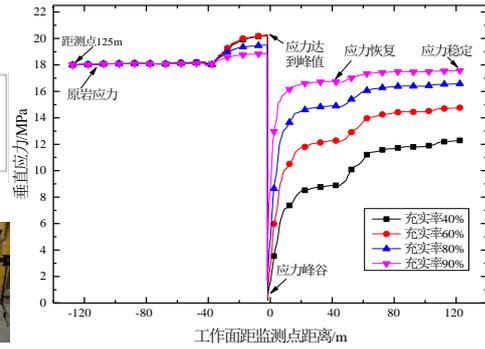


图4 充实率影响深部充填面应力演化曲线

(3) 深部充填工作面采场煤体-充填体-支护体协同控顶机理。

分析了不同充实率条件下深部充填工作面采场顶板变形与破断特征，如图5所示，建立了深部煤体-充填体-支护体协同矿压控制力学模型，求解得到了不同充实率条件下深部充填工作面采场顶板挠度方程，研究了充实率、覆岩载荷、顶板岩性、支架阻力等对深部充填工作面采场顶板变形的影响规律，如图6所示，给出了深部充填工作面采场顶板变形控制的关键因素，揭示了深部充填工作面采场煤体-充填体-支护体协同控顶机理。

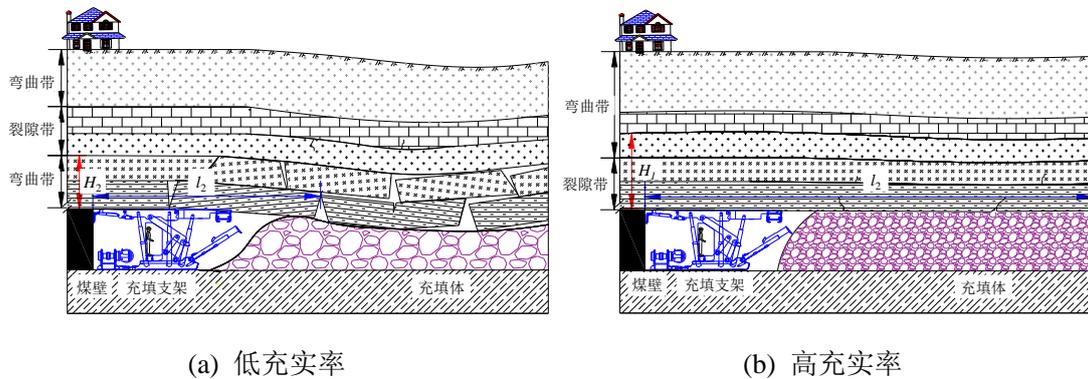


图5 充实率影响下深部充填工作面采场顶板变形与破断特征

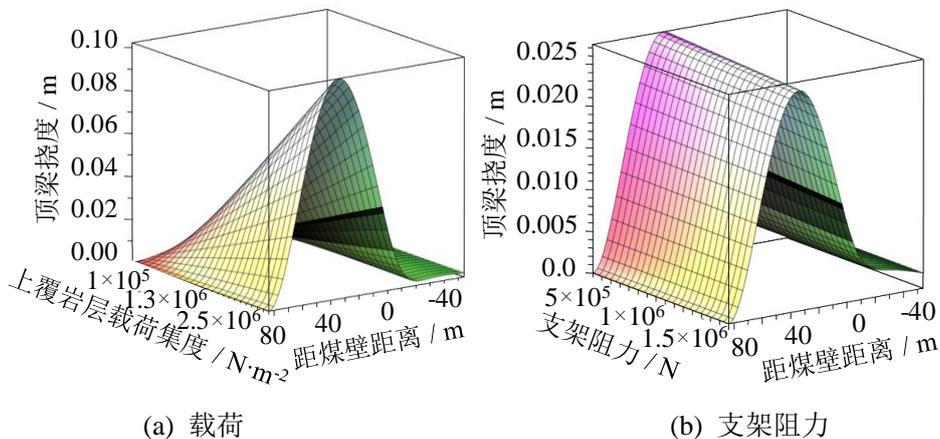


图6 关键因素影响深部充填工作面采场顶板变形规律

2) 研究了深部充填开采覆岩运动时空演化与地表沉陷响应机制, 开发了深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计方法与预测软件, 构建了基于不同保护对象需求的深部充填开采工程设计方法, 形成了深部覆岩移动与充填开采地表沉陷多源井上下综合监测技术体系。

(1) 深部充填开采覆岩运动时空演化与地表沉陷响应机制。

提出了模拟深部充填开采覆岩运动与地表沉陷的离散-连续介质耦合数值方法, 建立了深部充填开采耦合数值模型, 如图 7 所示, 模拟得到了深部充填开采覆岩应力场演化、岩层运动及破坏特征, 给出了深部充填开采地表沉陷的主要影响因素, 研究了覆岩岩性、工作面宽度及充填体配比等因素对深部充填开采地表沉陷的影响规律, 如图 8 所示, 揭示了深部充填开采覆岩运动时空演化与地表沉陷响应机制。

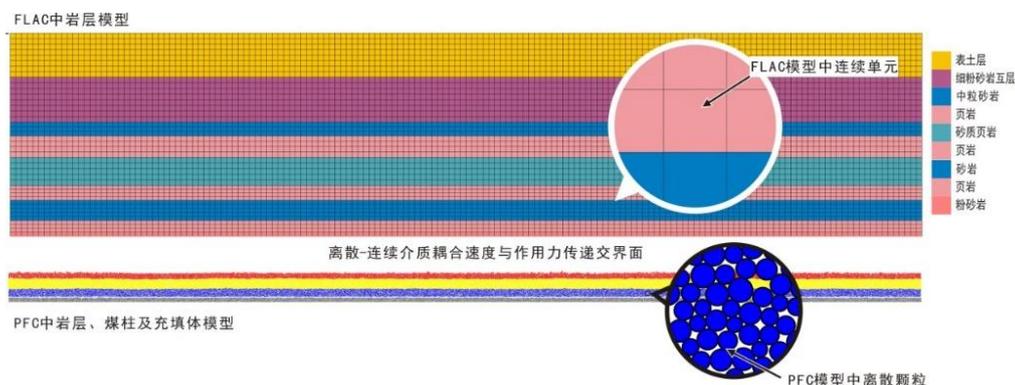


图 7 深部充填开采耦合数值模型

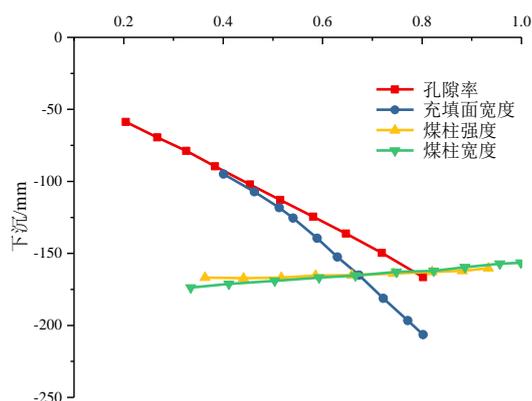


图 8 各因素对地表沉陷影响程度

(2) 深部充填开采岩层移动和地表沉陷场一体化模型。

结合 Winkler 地基弹性薄板理论、空间层状介质理论及概率积分法, 分别构建了深部全部充填开采岩层移动与地表沉陷场一体化计算理论模型, 如图 9 所

示，预计得到了深部充填开采岩层移动与地表沉陷情况，如图 10 所示，实现了深部充填开采岩层移动与地表沉陷的有效预计。

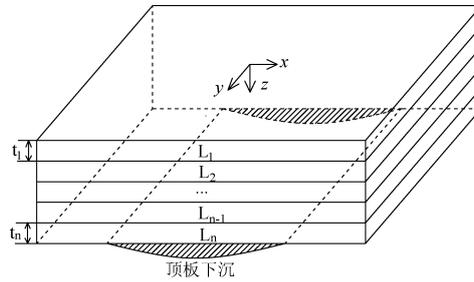


图 9 深部充填开采岩层移动与地表沉陷一体化计算理论模型

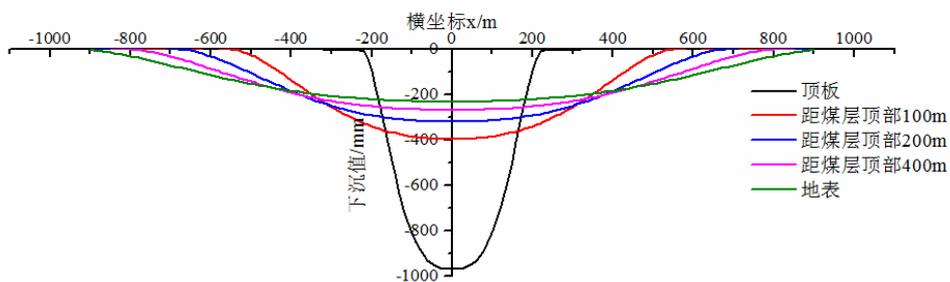
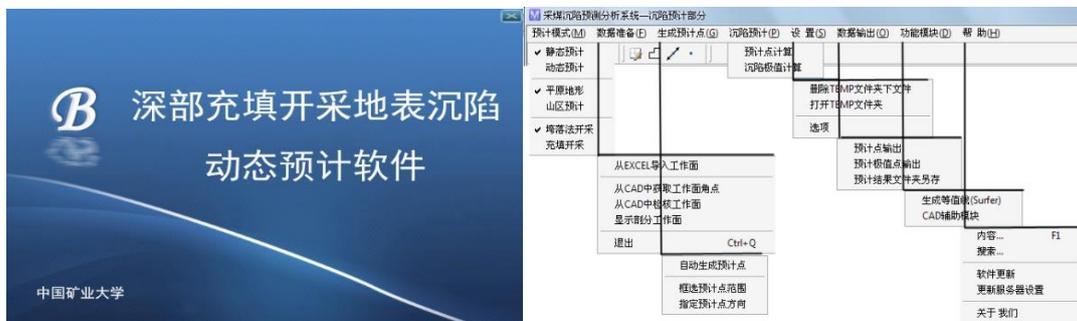


图 10 深部充填开采不同层位岩层下沉计算结果

(3) 深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计与工程设计方法。

建立了深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计模型，推导出了深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计影响函数，求解得到了深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计公式，提出了深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计方法，开发了深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计软件，如图 11 所示；基于等价采高理论以及地表沉陷与变形预计的概率积分法模型，得到了充填开采后地表移动变形最大值计算公式，提出了建（构）筑物下充填开采沉陷控制设计方法，如图 12 所示，形成了基于不同保护对象需求的深部充填开采工程设计方法。



(a) 预计软件启动界面

(b) 预计软件主界面

图 11 深部充填开采岩层移动与地表沉陷动态预计软件

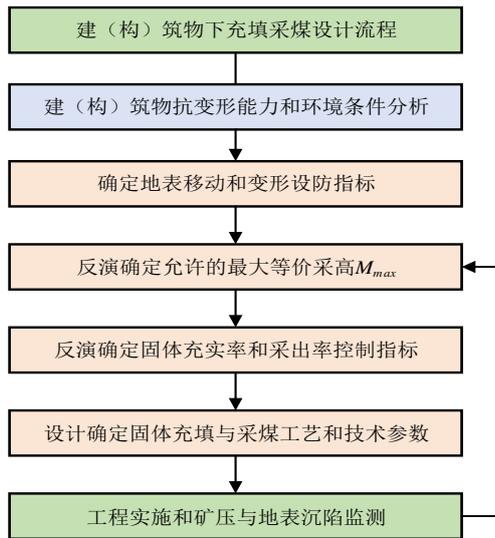


图 12 建筑物下地表沉陷控制设计流程

(4) 深部覆岩移动与充填开采地表沉陷多源井上下综合监测技术体系。

分析了三维激光扫描 RIEGL VZ-1000、光学水准仪 DSJ3-Z、GPS 等测量技术在深部充填开采覆岩移动与地表沉陷监测方面的适用性，并针对深部充填开采覆岩移动与地表沉陷特征，提出了采用常规测量融合 InSAR 监测的深部覆岩移动与充填开采地表沉陷多源井上下综合监测方法，建立了集采空区充填体压缩变形、工作面矿压、地表移动变形等监测于一体的充填开采工作面多源井上下综合监测体系，如图 13 所示。

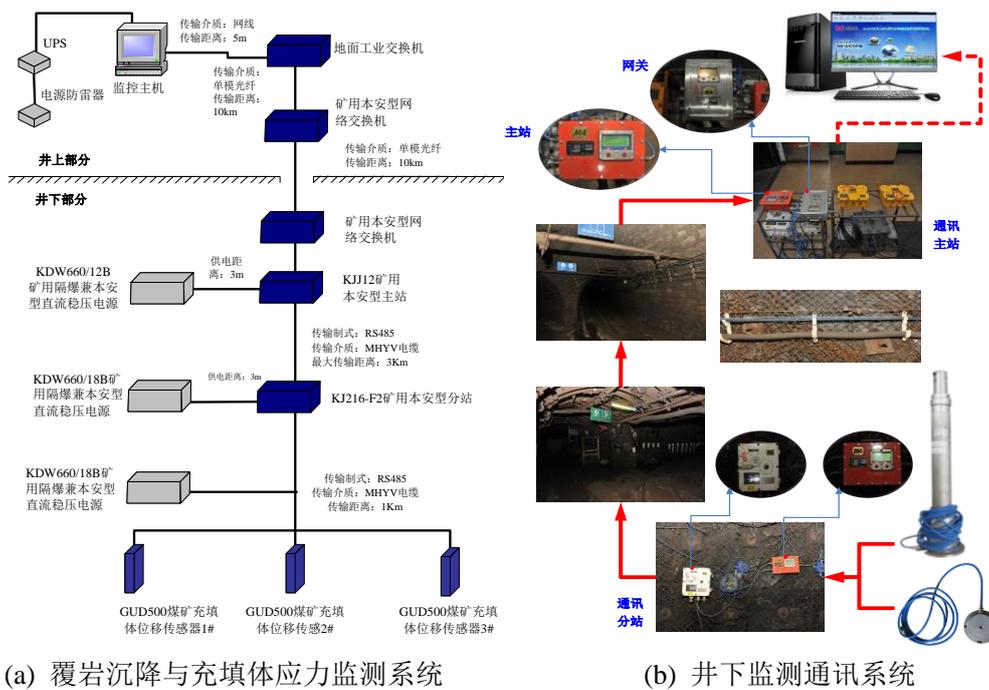


图 13 充填开采工作面多源井上下综合监测体系

3) 研发了深部煤矿井下高效、自动化的采充一体化操作空间支护、充填材料输送、充填材料夯实等采充关键装备,研发了采煤与充填协调作业的自动化系统与工艺,形成了深部煤矿井下高效自动化采充一体化协调作业技术。

(1) 高效采充协调作业关键装备。

将采充液压支架三维模型导入深部充填开采数值模型内,分析得到了深部充填开采时采充液压支架各部件的强度要求及疲劳寿命,如图 14 所示;研究了采充液压支架顶梁载荷分布类型,分析了采充液压支架工作阻力影响因素,提出了采充液压支架工作阻力设计方法,确定了采充液压支架的主要技术参数;引入电液控系统与位移传感器、倾角传感器等硬件,开发了采充液压支架、多孔底卸式充填输送机的自动化控制程序,实现了充填液压支架的移架、推溜、开合护帮、多孔底卸式充填输送机卸料及夯实机构夯实等各种功能的程序自动化控制,如图 15 所示。

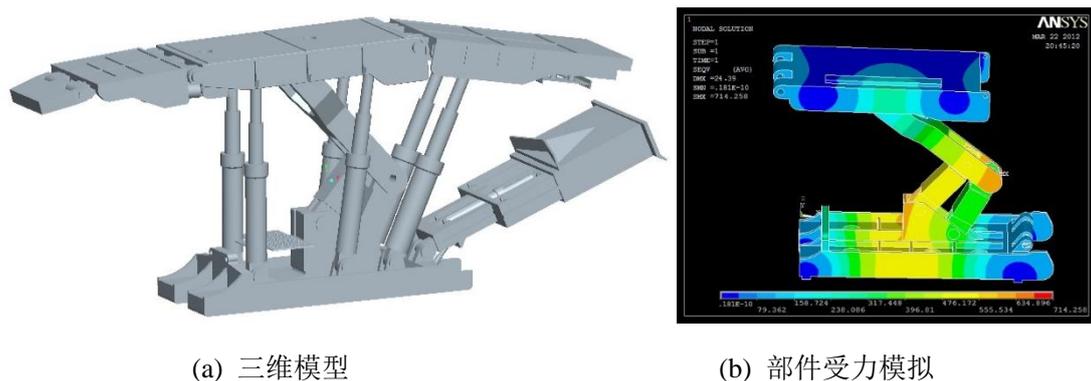


图 14 采充液压支架各部件受力及疲劳模拟分析

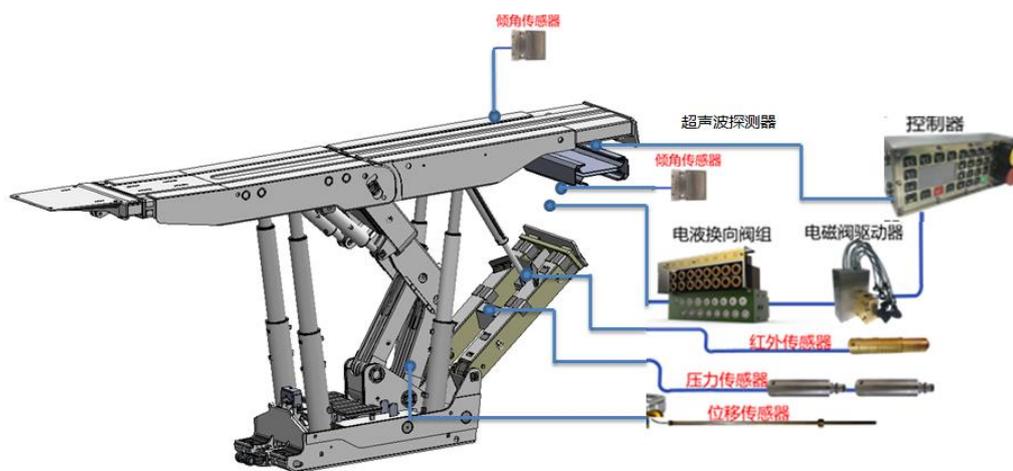


图 15 采充液压支架、多孔底卸式充填输送机自动化控制

(2) 高效采煤与充填协调作业工艺。

优化设计了采充液压支架移架、新型多孔底卸式充填输送机卸料及夯实机构夯实等作业的自动化工艺流程，形成了采煤与充填协调作业的自动化工艺，如图 16 所示；充填作业的自动化通过倾角传感器、超声波探测器、压力传感器、位移传感器、红外传感器等技术手段实现信号采集，利用系统控制器实现命令控制；在充填作业动作结束后，控制系统会接收到相关信号，给出执行支架移架、推溜的自动控制命令，在采充液压支架的移架完成之后再反馈给控制系统，再次执行后部充填的自动化控制。

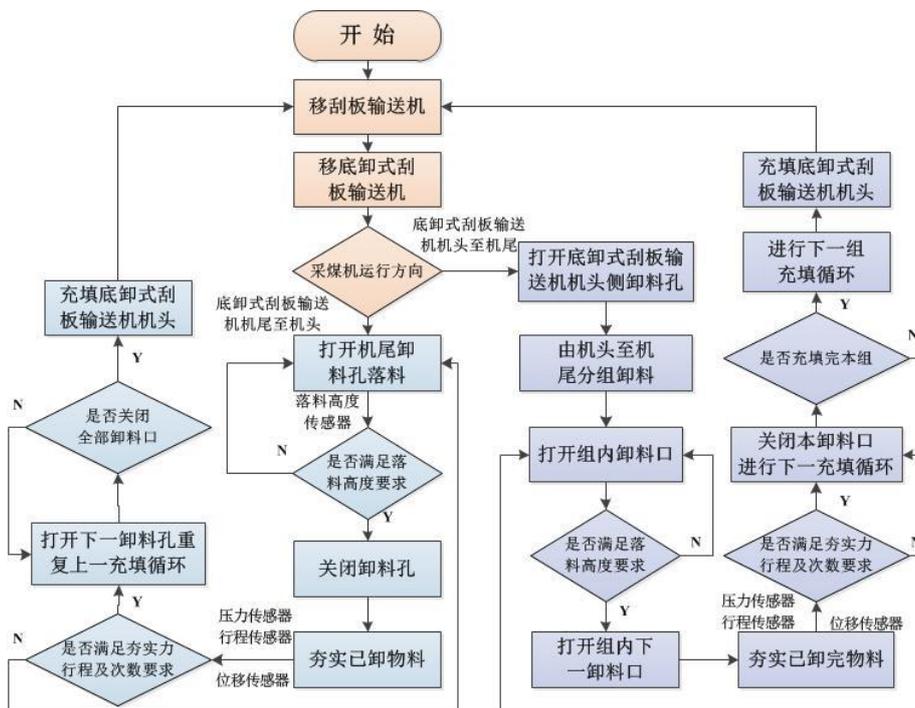


图 16 高效采煤与充填协调作业工艺

4) 研发了高承载性能的矽石基聚合物充填新材料，建立了充填采煤沿空留巷顶板力学模型，揭示了巷旁充填体与围岩耦合作用机制；设计了采煤-充填-留巷高效协同作业工艺，开发了矽石基聚合物材料充填沿空留巷技术。

(1) 矽石基聚合物充填材料研制及其承载压缩特性。

研究了矽石粒径、聚合物类型及其添加量对矽石基聚合物材料承载压缩特性的影响规律，研发了聚合物高固水胶结材料、高砂高泡水泥基材料等多种矽石基聚合物材料，如图 17 所示；测试了丁苯乳液、氯丁乳液和丙烯酸酯与破碎矽石混合后的矽石基聚合物材料承载压缩特性，揭示了聚合物的界面黏结作用增强破碎矽石整体性的机理，降低了矽石基聚合物材料承载压缩率。



图 17 碎石基聚合物材料研制及承载压缩特性测试

(2) 碎石基聚合物材料充填沿空留巷围岩稳定性原理。

建立了碎石基聚合物材料充填沿空留巷顶板力学模型和夯实机构侧压力计算模型，如图 18 所示，获得了夯实机构侧向应力分布特征，研究了碎石基聚合物材料充填沿空留巷顶板下沉及应力分布规律，形成了碎石基聚合物材料充填沿空留巷巷旁支护体宽度计算方法；构建了碎石基聚合物材料充填沿空留巷围岩应力与变形演化规律三维数值模型，研究了不同充实率、开采深度、巷旁充填体宽度及承载压缩率条件下碎石基聚合物材料充填沿空留巷围岩变形、应力分布规律及塑性区发育特征，如图 19 所示，揭示了碎石基聚合物材料充填沿空留巷围岩稳定性机理。

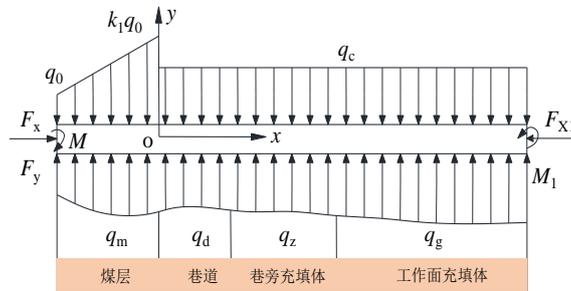


图 18 充填沿空留巷顶板力学模型

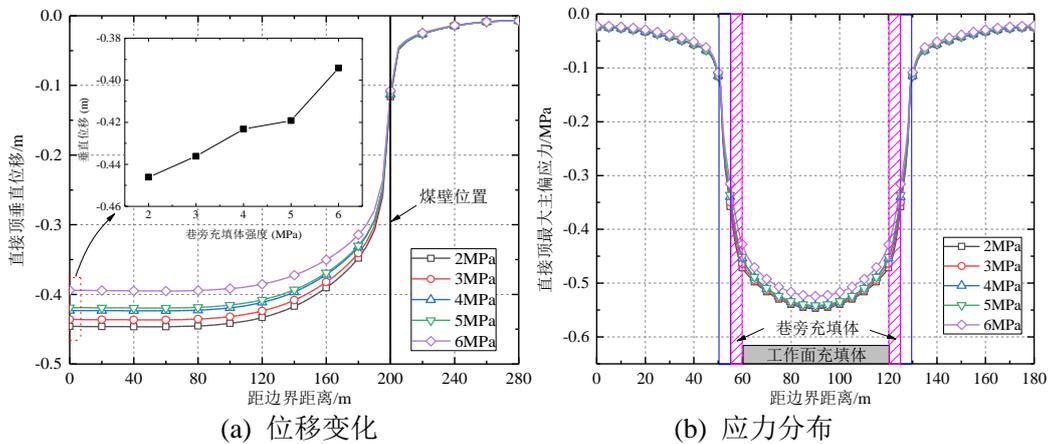


图 19 充填沿空留巷围岩变形与应力分布

(3) 矽石基聚合物材料充填沿空留巷技术。

基于矽石基聚合物材料承载压缩特性与充填沿空留巷围岩稳定性原理,分析得到了矽石基聚合物材料充填沿空留巷围岩稳定性关键控制因素,设计了矽石基聚合物材料充填沿空留巷工艺,如图 20 所示,其主要步骤包括支护材料准备、封闭挡板安设、矽石基聚合物材料运输与夯实、充填墙体成型等,研发了矽石基聚合物材料充填沿空留巷技术,构建了以矽石基聚合物材料为巷旁支护体的“采选充+留”技术体系。

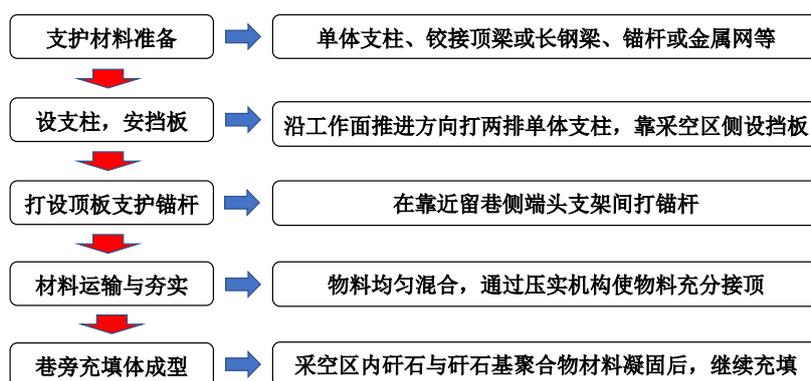


图 20 矽石基聚合物材料充填沿空留巷工艺流程

依托上述研究,获批了国家自然科学基金重点项目、高等学校学科创新引智计划支持;共发表学术论文 70 余篇,出版学术专著 1 部;授权国内国外发明专利 20 余件;制定国家标准 1 项、能源行业标准 1 项。研究成果已在我国新汶、开滦、平顶山等大型煤炭集团的 10 余个矿井进行了推广应用,取得了显著的经济、社会与环境效益。

2、深部围岩动力灾害控制理论与技术

在深部煤炭资源开采冲击矿压机理、监测预警与防治研究方面,依托国家自然科学基金及一批校企联合科技攻关项目,围绕国内不同矿区开展了相关研究工作,如巨厚砂岩承压含水层、煤层群开采等复杂环境下的冲击矿压防治问题,研究了彬长矿区巨厚承压含水关键层下冲击显现和矿震特征及其对覆岩运动的控制作用,提出了巨厚承压含水关键层疏水调压聚能诱冲机理、冲击危险应力-震动-能量“三场”耦合监测预警体系及区域和局部结合的冲击危险综合防治方法。研究了高压水射流割缝技术卸压效果影响性因素、揭示了水射流破煤机理及卸压防冲原理,构建了水射流割缝喷嘴结构和工况参数优化模型。研究了煤层群下行开采扰动效应,揭示了煤层群开采静载分布和传递规律及动载扰动诱冲机理。研

究了动静组合加载下巷道围岩响应及卸压-支护对巷道围岩响应特征的影响。上述研究为煤矿的冲击矿压防治与安全生产提供了有效保障。

1) 针对蒙陕地区煤层埋深大、顶板赋存巨厚砂岩承压含水层等典型赋存环境，揭示了巨厚承压含水关键层对采场覆岩运动及围岩应力演化具有控制作用，提出了巨厚承压含水关键层疏水调压聚能诱冲机理，建立了巨厚承压含水关键层下冲击危险应力-震动-能量“三场”耦合监测预警体系，构建了优化盘区尺度和采掘布置、控制顶板承压水运动及局部卸压解危的综合防治方法。

(1) 巨厚承压含水关键层对采场覆岩运动及围岩应力演化的控制效应。

随采空区面积增加，顶板巨厚关键层悬臂-铰接梁结构逐渐加剧围岩采动应力集中，采场支承压力的影响范围进一步增大（图 21）。煤层大巷区域受两侧采场支承压力的叠加影响，静载应力不断升高，巨厚关键层破断后，静载应力有所降低；巨厚关键层下低位老顶破断导致悬臂-铰接结构中多岩层的协同破断，诱发高能矿震产生强动载应力（图 22）。

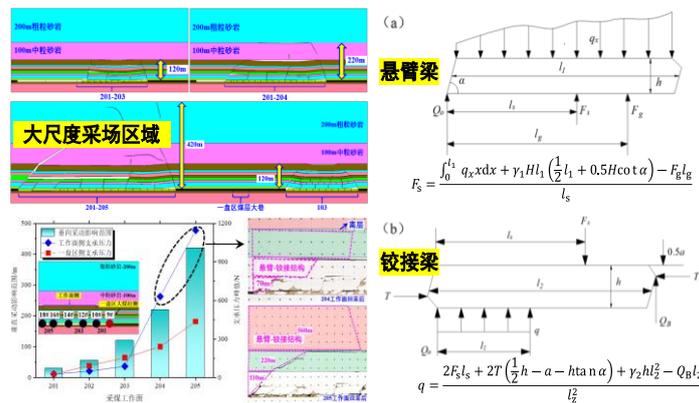


图 21 巨厚关键层作用下大尺度悬臂-铰接结构的采场围岩应力集中效应

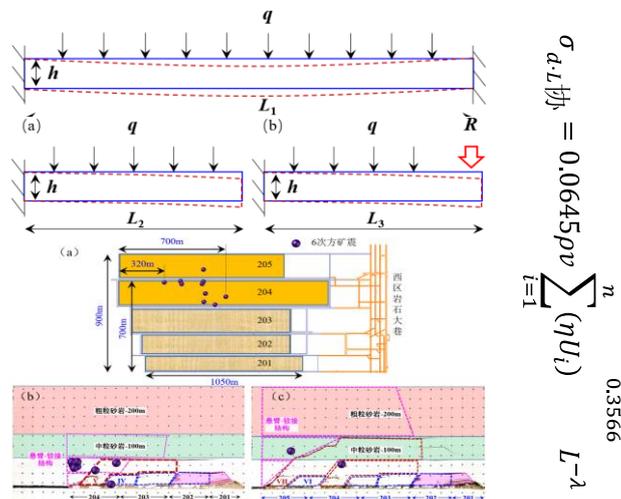


图 22 大尺度悬臂-铰接结构中多岩层的复合破断

(2) 巨厚承压含水关键层疏水调压聚能诱冲机理。

基于顶板承压水疏放的调压聚能和诱发冲击作用提出了巨厚关键层承压水疏放调压聚能诱发冲击的判据，其应力判据为： $\sigma_s + \sigma_d + \sigma_w \geq \sigma_{bmin}$ ，能量判据为： $\frac{dU}{dt} = \frac{dU_R}{dt} + \frac{dU_C}{dt} + \frac{dU_D}{dt} + \frac{dU_W}{dt} > \frac{dU_b}{dt}$ ，即在顶板承压水疏放调压聚能作用下，煤岩体中叠加应力超过其临界载荷且释放的总能量超过其破坏所消耗的能量时，诱发冲击矿压（图 23）。同时确定了巨厚承压含水关键层下动静载力源及冲击矿压类型，大尺度采场工作面超前顺槽区域冲击矿压为高静载+强动载型，两侧采动煤层大巷区域冲击矿压为高静载+低动载扰动型（图 24）。

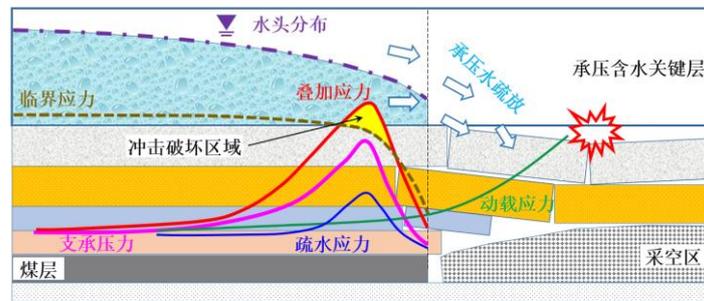


图 23 巨厚关键层作用下大尺度悬臂-铰接结构的采场围岩应力集中效应

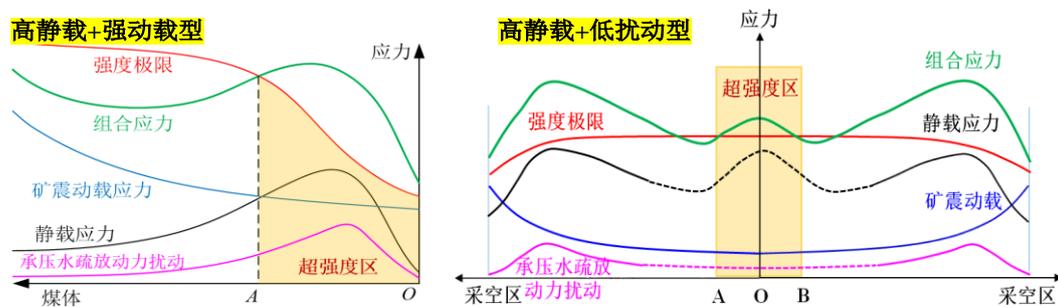


图 24 巨厚承压含水关键层下动静载力源及冲击矿压类型

(3) 巨厚承压含水关键层下冲击危险应力-震动-能量“三场”耦合监测预警体系及区域和局部结合的冲击矿压综合防治方法。

基于巨厚承压含水关键层下冲击矿压发生机理、冲击类型及力源分析，从煤岩的震动场、应力场、能量场出发，建立了冲击危险应力-震动-能量“三场”耦合监测预警体系（图 25）。同时基于采场动载、静载及顶板承压水疏放调压聚能效应，从区域和局部两个维度提出了巨厚承压含水关键层下冲击矿压综合防控方法（图 26）。

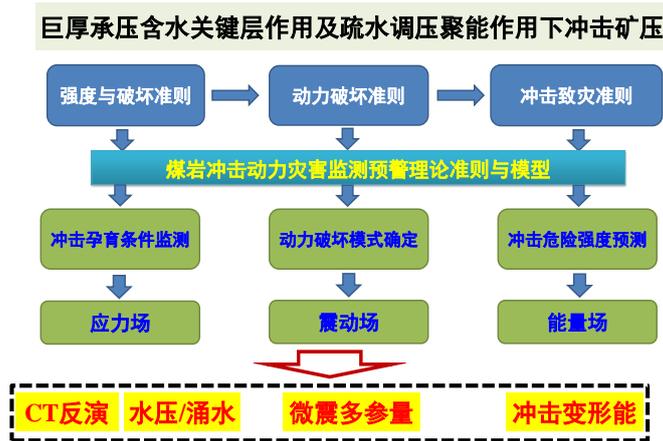


图 25 冲击矿压应力-震动-能量“三场监测”预警体系

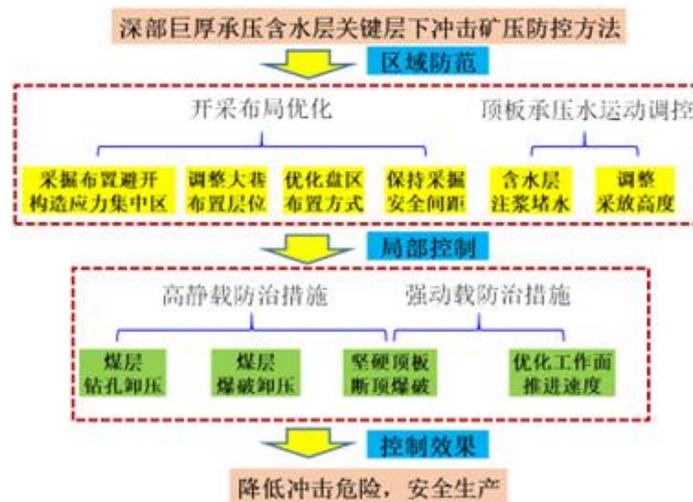
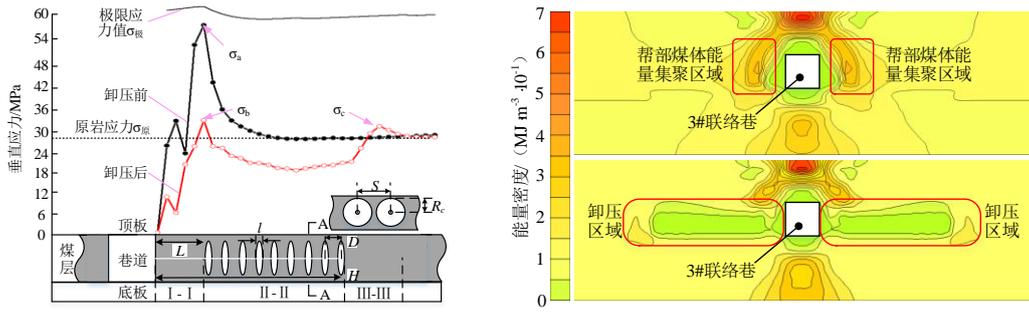


图 26 冲击矿压综合防控方法

2) 高压水射流割缝卸压技术具有粉尘量少及无火花等优点，可在煤岩体内部形成卸压带，从而降低冲击危险。围绕水射流割缝卸压参数优化以增强卸压效果，通过理论分析、数值模拟及工业实践等方法，分析了高压水射流割缝卸压效果影响性因素、水射流破煤过程及破煤机理，从应力演化规律及能量场分布特征出发，研究了高压水射流割缝卸压防冲原理，构建了深部冲击地压煤层高压水射流割缝卸压参数优化理论模型，采用 LS-DYNA 及 FLAC3D 确定了最佳喷嘴结构并应用于现场工业实践。

(1) 高压水射流割缝卸压防冲原理。

从高压水射流割缝卸压区应力演化规律及能量场分布特征的角度出发对其防冲原理进行分析研究，巷道两帮煤体在卸压后垂直应力曲线由“单峰型”转变为“双峰型”，应力分布情况可分为三个区域。卸压后巷道帮部煤体内所积聚的弹性能大幅度降低，煤体内部能量释放效果明显，大幅的降低了巷道帮部煤体的能量集聚程度，提升了巷帮抵抗冲击载荷的能力。



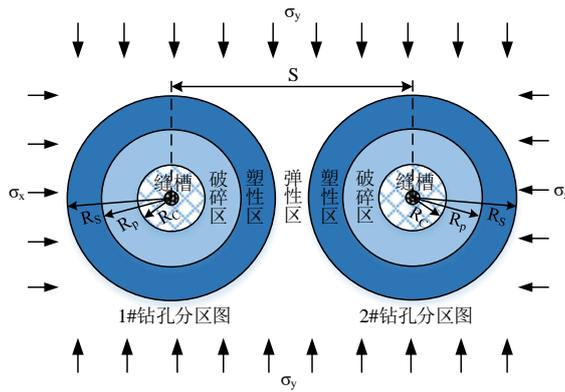
(a) 应力演化特征

(b) 能量场分布特

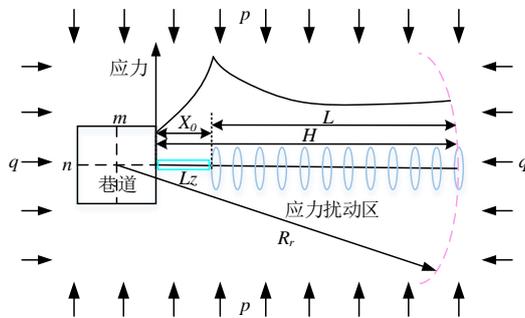
图 27 高压水射流割缝卸压应力场与能量场特征

(2) 高压水射流割缝工况参数优化理论计算模型。

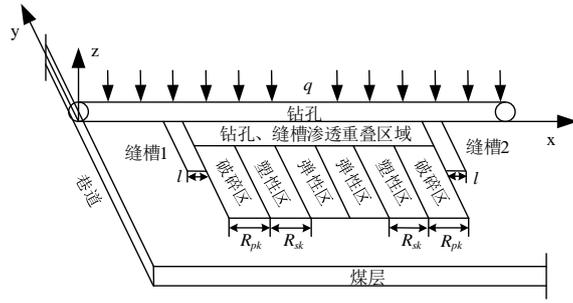
通过分析高压水射流割缝卸压影响因素、破煤机理及防冲原理，构建了工况参数优化的理论计算模型，其包括钻孔间距-割缝半径理论计算模型、钻孔深度-割缝长度理论计算模型和缝槽切割宽度-缝槽切割间距理论计算模型，并通过计算得到最佳卸压效果的工况参数。



(a) 钻孔间距-割缝半径理论模型



(b) 钻孔深度-割缝长度理论模型

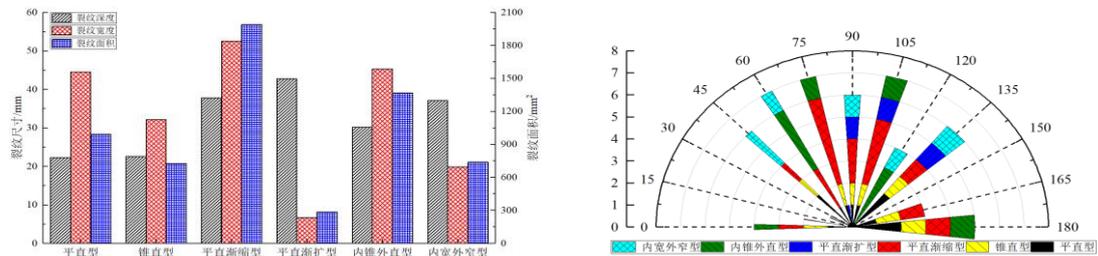


(c) 缝槽切割宽度-缝槽切割间距理论计算模型

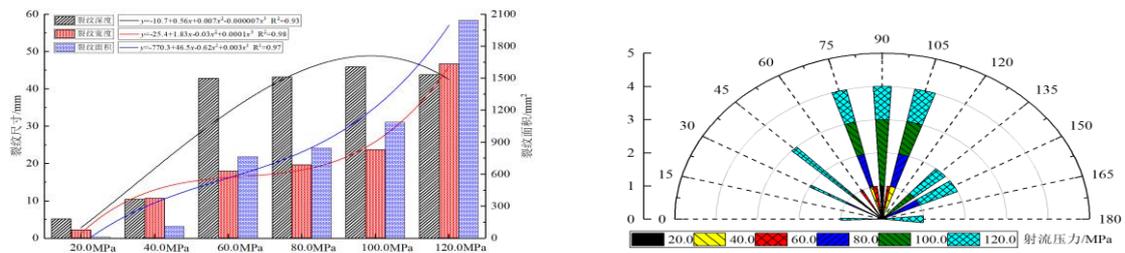
图 28 水射流割缝卸压参数理论计算模型

(3) 高压水射流割缝喷嘴结构参数优化。

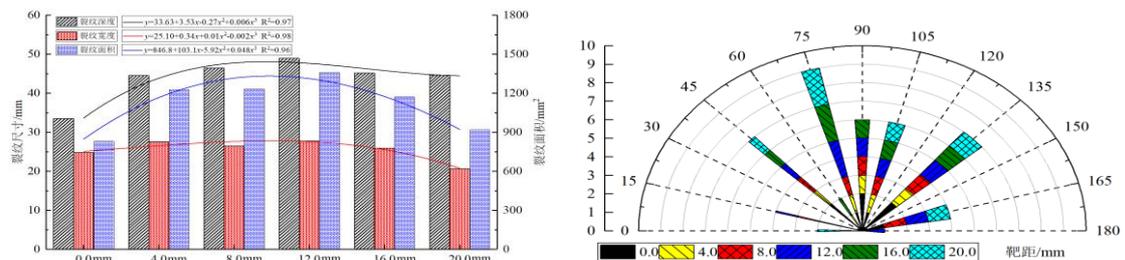
采用 LS-DYNA 软件光滑粒子流 (SPH) 耦合有限单元法 (SPH) 对不同喷嘴类型、射流直径、射流压力、射流角度及靶距参数下连续水射流冲击破煤过程进行模拟, 确定了深部冲击地压煤层高压水射流割缝卸压喷嘴结构最优参数: 平直渐缩型喷嘴、射流压力 120MPa、靶距 12.0mm、射流直径 3.5mm、射流角度 90° 。



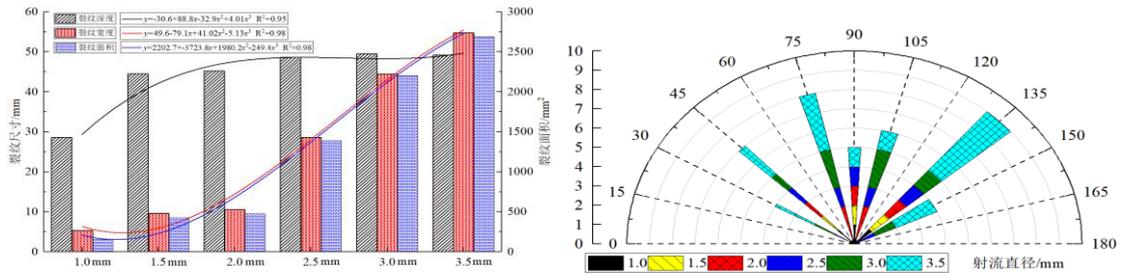
(a) 不同喷嘴类型参数条件下水射流破煤效果



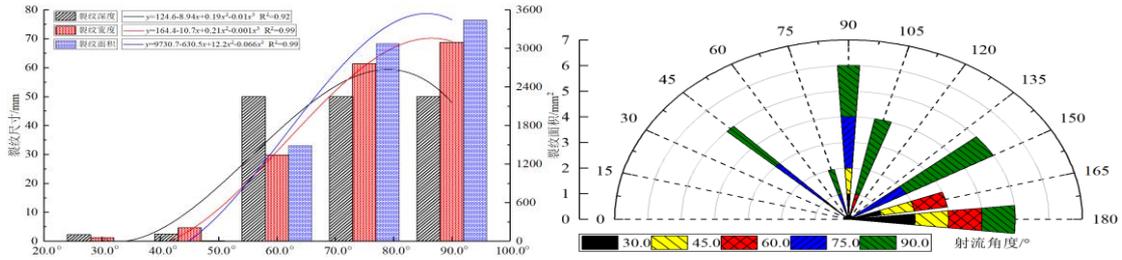
(b) 不同射流压力参数条件下水射流破煤效果



(c) 不同靶距参数条件下水射流破煤效果



(d) 不同射流直径参数条件下水射流破煤效果



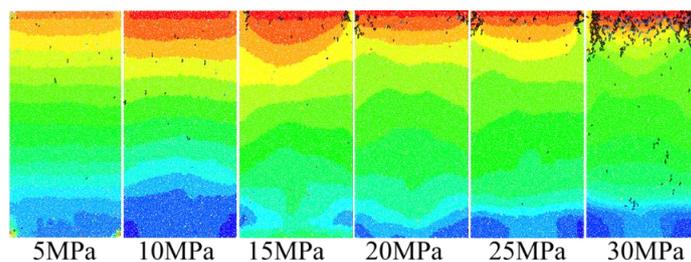
(e) 不同射流角度参数条件下水射流破煤效果

图 29 高压水射流割缝卸压喷嘴结构参数

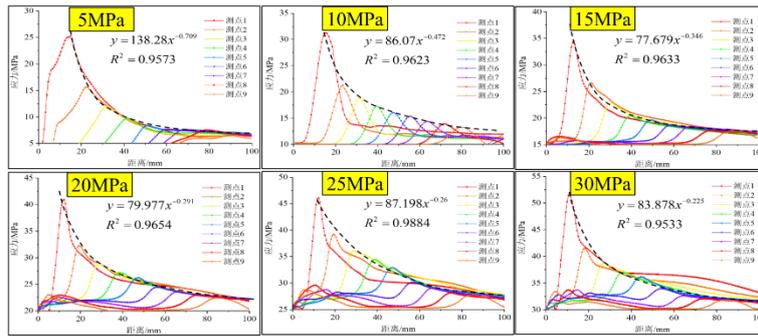
3) 针对煤层群下行开采时，上下煤层的开采造成静载应力的传递集中和动载应力的相互扰动，容易造成冲击矿压灾害的发生，开展了动静载加载扰动作用下煤体损伤研究，提出了煤层群下行开采扰动效应和诱冲机理，建立了开采扰动诱冲效应的表征方法，研究成果可为煤层群开采的冲击矿压机理及防治研究提供理论指导。

(1) 动静载扰动作用下煤体损伤特征。

在静载应力作用下，围压越高，试样损伤程度越低，动态应力波穿过试样后衰减幅度越小；随着轴压升高，试样损伤程度加大，试样内裂隙发育，动态应力波穿过试样时能量变化程度越高，煤体的粘结强度变化率增大。在动载扰动作用下，应力入射波长越长、峰值越高，试样的动态损伤程度越大，入射波衰减越快，黏结能量越高，煤体的粘结强度变化率越大。



(a) 试样破坏

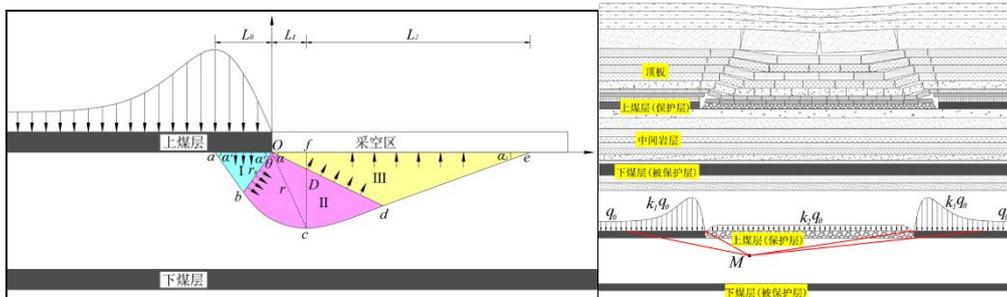


(b) 应力波衰减

图 30 动静载扰动作用下煤岩体损伤破坏特征

(2) 煤层群开采扰动的应力分布及诱冲效应。

建立了煤层群开采的力学模型，给出了保护层卸压开采效应的解析解，揭示了煤层群开采静载分布和传递规律，得出了煤层群开采后支承压力的分布范围和底板破坏范围；推导了顶板破断和煤柱失稳造成的动静载强度表达式，给出了采高、埋深、层间岩性、煤层间距等主要影响煤层群下行开采动静载强度因素的影响程度。提出了煤层群开采扰动诱发冲击矿压的机理，并建立了冲击矿压发生的判别准则。



(a) 煤层底板岩体塑性破坏区域分布 (b) 上煤层开采后支承压力计算模型

图 31 煤层群开采后底板破坏范围和静载分布及传递规律

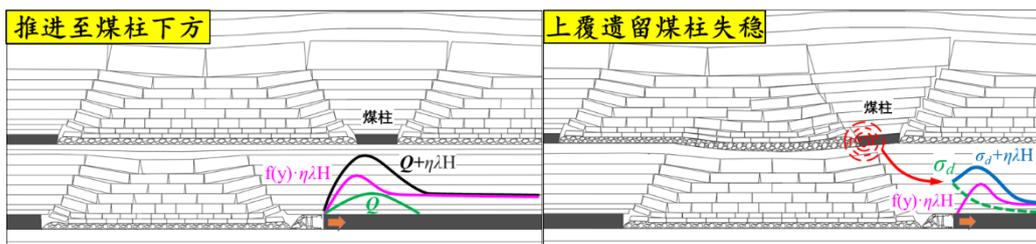


图 32 顶板破断和煤柱失稳动静载来源及类型

(3) 煤层群开采扰动动静载强度的影响因素。

随着采高增大，煤柱内承载载荷增加，对工作面开采的影响逐渐增大；煤层间距增加，煤柱对工作面的影响减小，保护层卸压效果降低；煤层层间岩层强度增强，层间岩层垮落步距增大，引起的采场周围煤岩体静载应力明显升高，工作面煤壁前方的应力集中程度增大和集中范围扩大，支架阻力动载系数增加。

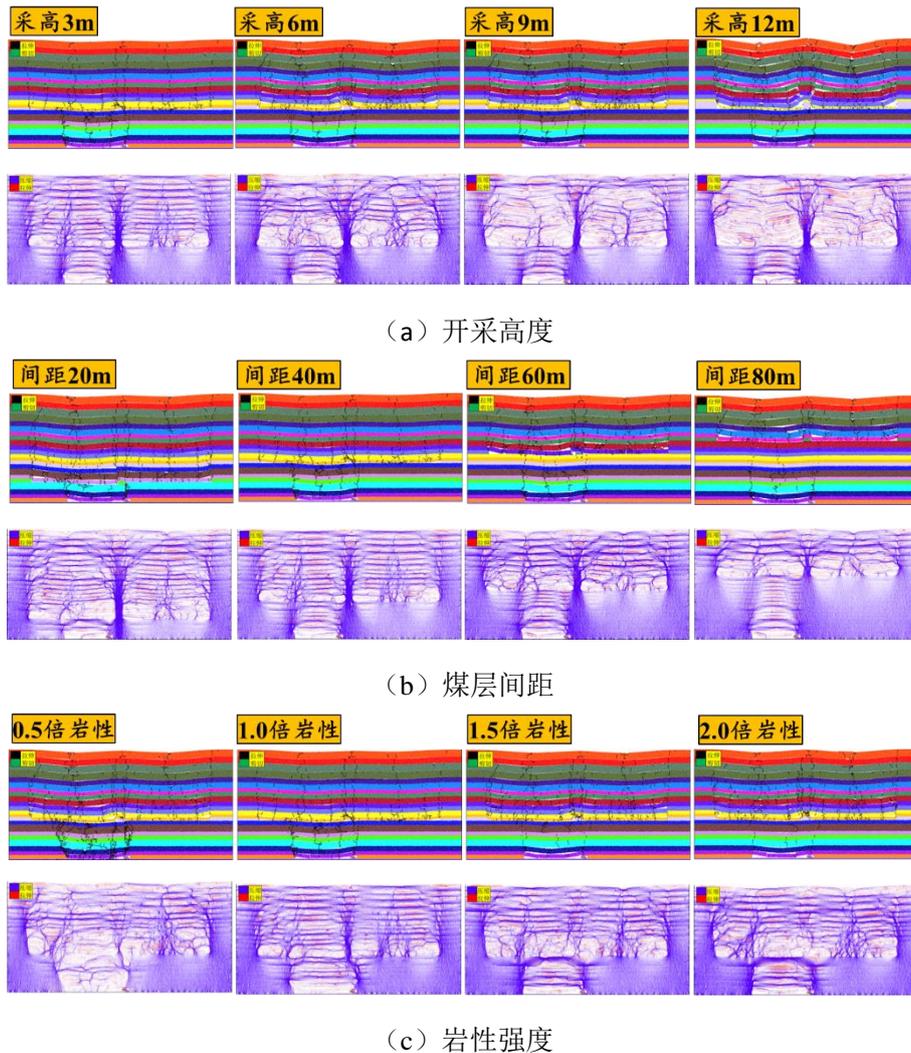


图 33 煤层群开采扰动不同影响因素差异

4) 针对当前防冲支护、卸压中存在的问题，综合考虑静载应力、动载应力、支护条件和卸压程度等因素，研究了动静组合加载下巷道围岩响应特征，探究了卸压和支护对巷道围岩响应及变形破坏特征的影响，研究成果可为巷道冲击破坏及相关支护、卸压的研究提供理论指导。

(1) 动静组合加载下巷道围岩响应特征。

研究发现动载扰动是诱发冲击矿压的关键因素，随着动载强度的升高，巷道

围岩中应力集中区域的范围、程度明显增强，当动载强度达到一定值后，巷道发生瞬时性的变形破坏；相较于正常应力条件，动载作用下高水平应力条件下的巷道底板发生明显的变形破坏。

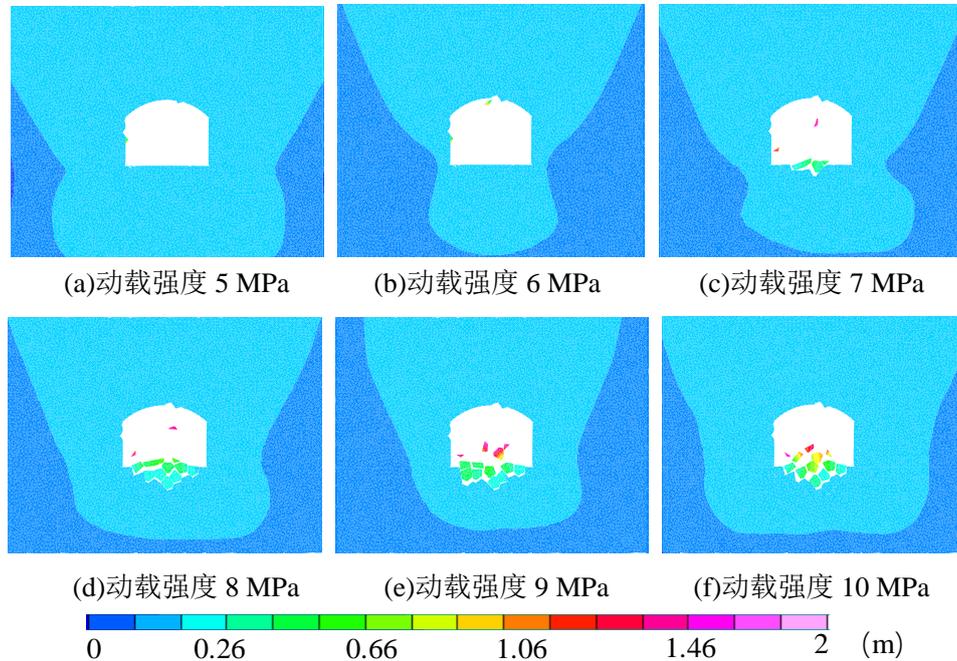


图 34 不同强度动载作用下巷道围岩位移云图

(2) 卸压和支护对巷道围岩响应特征的影响。

采用相似模拟、数值模拟等研究手段，分析了动静组合加载条件下巷道的加速度、位移变形等物理量响应特征，确定了不同强度动载作用下巷道围岩冲击破坏过程及临界动载强度，研究了卸压措施对于动载作用下巷道围岩的影响，发现卸压措施对高强度动载作用下的巷道围岩冲击破坏程度具有积极的抑制作用，有利于保持巷道形状稳定。

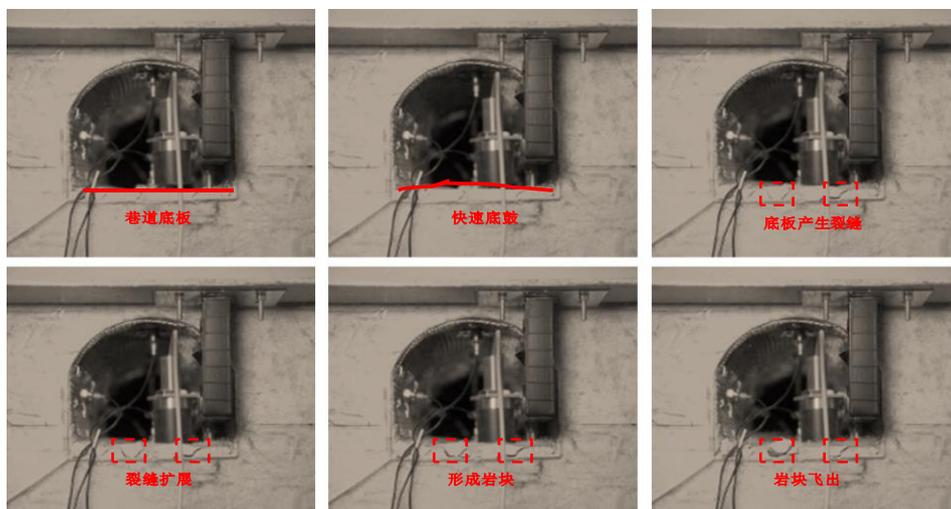


图 35 动态追踪冲击破坏过程（动载能量 411.6J）



(a) 静载作用下巷道模型 (0-200 mm) (b) 多次施加动载后巷道模型 (0-200 mm)



(c) 静载作用下巷道模型 (200-400 mm) (d) 多次施加动载后巷道模型 (200-400 mm)

图 36 有无底板爆破卸压巷道破坏形态对比图

该研究方向本年度共发表 SCI/EI 论文 23 篇，授权发明专利 3 项，申请发明专利 23 项，获甘肃省科技进步三等奖 2 项，中国职业安全健康协会科学技术三等奖 1 项，研究成果已在彬长矿区、开滦矿区、徐州矿区、华亭矿区等类似地质条件矿井进行了推广应用，取得了显著的经济效益和社会效益。

科研奖励：

(1) 曹安业，李振雷，王桂峰，鲍衍胜，黄太光，宋大钊，窦林名，张秉德，魏金鹿. 强冲击厚煤层开采的立体多尺度应力调控防冲关键技术，2022 年，中国职业安全健康协会科学技术奖二等奖。

(2) 袁崇亮，何江，王永忠，窦林名，张炳忠，曹晋荣，王正义. 窑街矿区特厚煤层开采冲击地压机理及综合防治技术，2022 年，甘肃省科技进步三等奖。

(3) 高宏杰，李作泉，古亚丹，窦林名，何江，蔡武，巩思园. 宝积山煤矿大断层附近煤层倾角剧变区冲击矿压防治研究，2022 年，甘肃省科技进步三等奖。

3、深部岩体地质力学参数测试理论与技术

小孔径原位测试以其便携、快速、准确、方向可控、测试位置灵活的特点，在煤岩体地质力学参数测试中的应用快速发展。自从上世纪七十年代至今，小孔径测试的原理与方法不断革新并趋于稳定，各类测试设备的研发也层出不穷。但由于不同厂家研发与制造设备的过程中采用的机械原理、材料以及设备适用性的不同，导致现有的小孔径测试设备所测参数的大小范围、试验误差等没有一个统一的参考标准，甚至不同测试设备测试结果的可靠性也很难保证。

针对深部强度低、破碎、应力高等特点及井下特殊环境，开发了一套便携式煤岩体原位测试系统，实现了煤岩体地质力学参数准确、快速测量，并已在部分矿井实测应用。国内外已有的装置相比，本套系统的特点：1) 水压致裂地应力测试装置实现了小型化且可快速大规模测试，测量钻孔孔径为 50mm；2) 煤岩体单轴抗压强度原位测试仪可实现随锚杆孔（30mm）及时测量；3) 通过钻孔成像仪与岩石钻孔剪切仪和岩石钻孔弹模仪的有机配合使用，实现在 1 个 76~80 mm 的岩体钻孔中快速、准确、低成本地获取煤岩体的抗剪强度参数、弹性模量；4) 基于钻孔成像的围岩结构测试实现了巷道围岩破坏程度定量化分析。

系统包括矿用钻孔成像仪（ZKXG30）测定钻孔内围岩结构发育特征，岩石钻孔弹模仪（RBEMT-75）测定孔内岩体待测段的弹性模量 E ，岩石钻孔强度仪（RBUST-30）测定待测段单轴抗压强度 σ_c ，岩石钻孔剪切仪（RBST-75）测定孔内待测段岩体岩体强度 C 和 ϕ ，水压致裂原位地应力测试装置（RBHST-50）测量地应力。

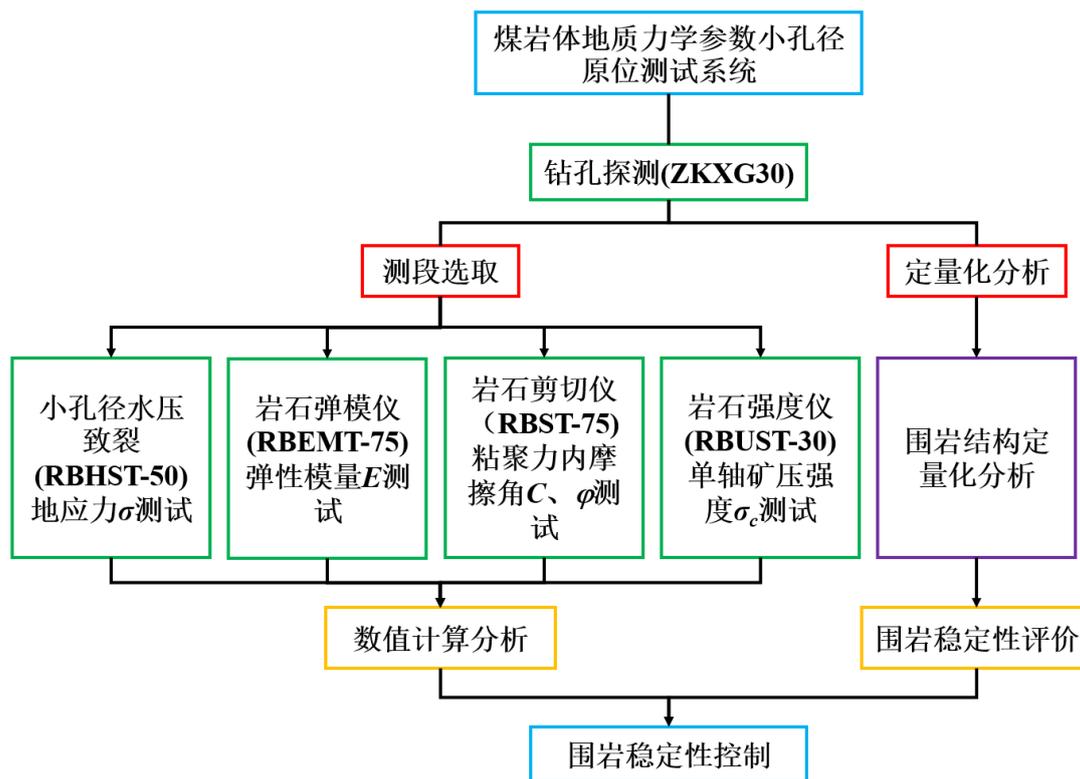


图 37 煤岩体原位测试系统

(1) 煤岩体单轴抗压强度小孔径原位测试。

煤岩体单轴抗压强度采用 RBUST-30 岩石钻孔强度仪，该仪器由高压泵、探头、压力表、压力传感器、高压管、数据采集仪组成，如图 38 所示。仪器测试孔径为 30mm，可使用锚杆孔等已有钻孔进行测试。能够测量井下不能取样的软弱破碎岩体，可获得钻孔内不同深度、不同层位的岩体单轴抗压强度。该仪器测量过程简单方便，可实现快速测量。

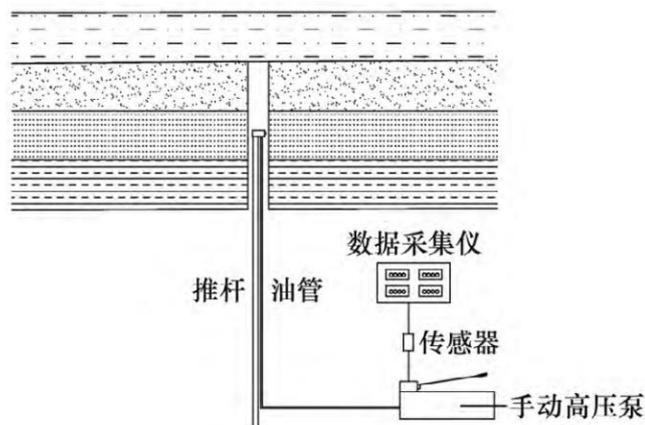


图 38 RBUST-30 型岩石钻孔强度仪

采用 ZKXG30 型钻孔成像仪选取待测煤体或岩体的测试段，然后连接测试装置，注入液压介质，并对测试装置进行检漏试验，接着将测试装置的探头送至

测试段，对探头进行加压，使其内部探针压向钻孔孔壁至测试段压裂，最后根据压裂时的临界压力与煤岩体单轴抗压强度的关系，计算单轴抗压强度公式为：

$$\begin{cases} \delta_i = \delta_p d_1^2 / d_2^2 \\ \delta_{cc} = k_{sf} \delta_f \end{cases} \quad (0-1)$$

式中： d_1 为探头活塞直径，RBUST-30 所用探头活塞直径为 15mm； d_2 为探针的直径，RBUST-30 所用探针直径为 5mm； δ_p 为手动液压泵内液压介质的压力，即防爆压力表显示的泵入液压介质的压力，MPa； δ_i 为探针端部的压力，即探针施向钻孔的压力，MPa； δ_f 为临界压力，即钻孔破裂时施加在孔壁的探针端部压力，MPa； δ_{cc} 为煤岩体单轴抗压强度，MPa； k_{sf} 为强度换算系数。

以同煤集团塔山矿 2311 巷为工程背景，采用该装置测试顶板单轴抗压强度，2311 巷直接顶由泥岩、砂质泥岩和中粒砂岩 3 层岩层组成。其中，泥岩直接顶厚度为 0~3.52m，砂质泥岩直接顶厚度为 0~4.52m，中粒砂岩直接顶厚度为 1.60~5.52m；老顶由泥岩、中粒砂岩和泥岩 3 层岩层组成，下层泥岩老顶厚度为 1.06~2.69m，中粒砂岩老顶厚度为 0.85~6.50m，上层泥岩老顶厚 0~4.40m，巷道顶板单轴抗压强度测试结果如表 1 所示。

表 1 单轴抗压强度测试结果

钻孔编号	测点深度/m	测点岩性	单轴抗压强度/MPa
1#	0.5	泥岩	37.83
	1.0	砂质泥岩	52.96
2#	0.5	泥岩	34.11
	1.0	泥岩	35.45

(2) 煤岩体地质抗剪强度参数小孔径原位测试。

抗剪强度参数的小孔径测试设备是由美国研发的 RBST-75 岩石钻孔剪切仪，以在水平测孔中采用 RBST-75 岩石钻孔剪切仪进行抗剪强度参数的小孔径测试为例，设备测试方法如图 39 所示。

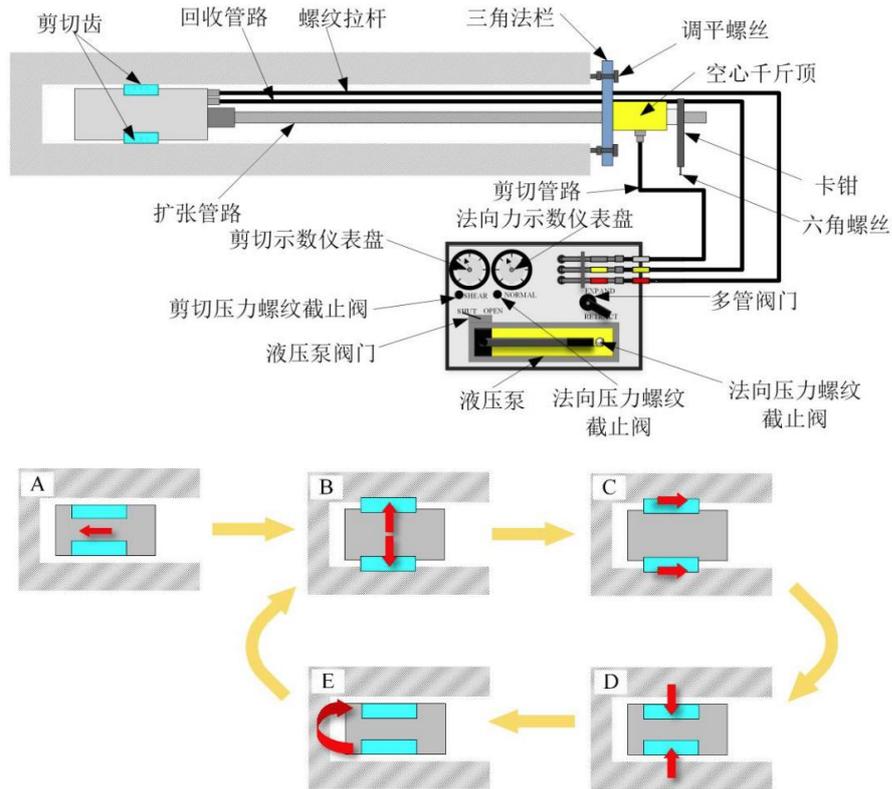


图 39 抗剪强度参数小孔径测试过程

剪切齿对于孔壁部分的受力分析如图 40，剪切齿内间距为 L ，剪切齿垂直于页面方向，长度为 B ，设剪切过程中，法向力为 f_n ，拉力为 $2f_s$ ，则单侧受剪切部分煤岩体所受的拉力为 f_s ，应力分布见下式(1-1)。

$$\begin{cases} \sigma = \frac{f_n}{BL} \\ \tau = \frac{f_s}{BL} \end{cases} \quad (0-2)$$

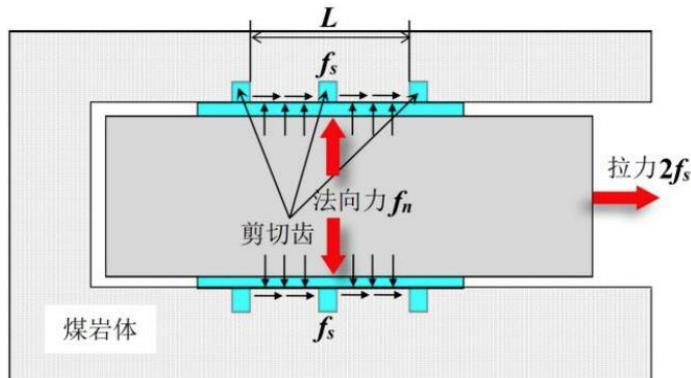


图 40 孔壁直剪受力分析

读取并记录剪切过程中的最大剪应力及其对应的正应力数值，通过摩尔库伦准则即可得到齿间煤岩体的抗剪强度参数。

钻孔剪切仪在工程现场实测时，均采用在同一钻孔的同一深度处进行 4~6 次测试，每次测试完后，旋转 30°左右进行下一次测试，得到不同法向应力下对应的剪应力数值，拟合曲线方程获得该位置处煤岩体的抗剪强度参数，取纵轴截距为粘聚力 C ，直线斜率为内摩擦角正切值 $\tan\phi$ 。

以刘桥二矿 6 煤层煤巷为工程背景，采用该装置进行煤岩体强度参数测试。刘桥二矿可采煤层顶板以泥岩为主，粉砂岩次之，少量细砂岩，底板多为泥岩和粉砂岩。钻孔位置根据现场实际情况选取，本次测量共布置 3 个钻孔，位于巷道底板，间隔 5m，垂直向下施工，各个钻孔应通过高压水冲孔清洗，确保孔壁无岩石碎屑覆盖，钻孔规格为：①孔径 $\Phi 76\sim 77$ mm；②孔深为 9.0 m。

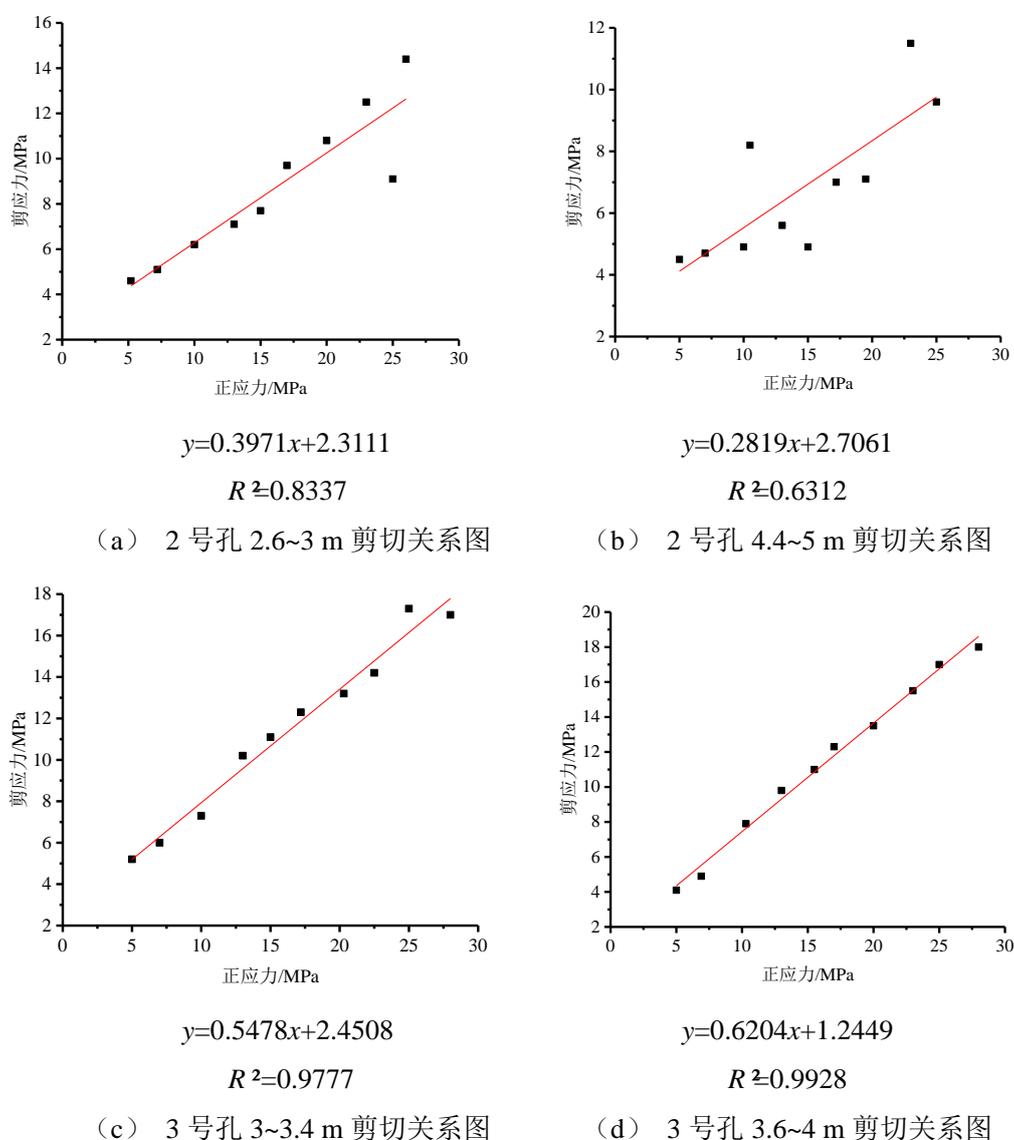


图 41 钻孔剪切关系图

通过 ZKXG30 矿用钻孔成像轨迹检测装置与岩石钻孔剪切仪的配合使用，对钻孔内岩体强度进行测量，1 号钻孔发生堵孔，不作研究。正应力和剪应力的

关系曲线如图 41 所示，围岩强度参数测试结果如**错误!未找到引用源。**所示。

由图 41 可知，2 号孔 2.6~3 m 段正应力低于 20MPa 时，正应力与剪应力线性相关性强，正应力高于 20MPa 时，正应力与剪应力的关系较为离散。2 号孔 4.4~5 m 段测得的正应力与剪应力的关系较为离散，线性相关性较低。3 号孔 3~3.4 m 段与 3.6~4 m 段正应力和剪应力关系的散点分布离散性都比较低，线性拟合程度较好。根据正应力与剪应力的线性拟合直线计算出测试段岩体黏聚力与内摩擦角，如表 2 所示。

表 2 岩体黏聚力与内摩擦角测试结果

力学参数	2 号孔 2.6~3m	2 号孔 4.6~5 m	3 号孔 3~3.4 m	3 号孔 3.6~4 m
砂岩黏聚力/MPa	2.3111	2.7061	2.4508	1.2449
内摩擦角/°	21.6270	15.7370	28.5800	31.5930

(3) 煤岩体地质变形参数小孔径原位测试。

煤岩体变形参数的钻孔弹性模量测试，是在待测煤岩体中钻取指定孔径大小、深度和空间方位的测孔后，采用钻孔弹模测试设备，对孔壁施加径向压力的同时测得相应径向位移变化量，继而获得不同法向应力量级下的弹性/变形模量值。选用 RBEMT-75 钻孔弹模仪，钻孔弹模仪主要分为测试探头、动力源、数据传输、数据读取四个部分。其中测试探头主要由刚性承压板以及位于刚性承压板中部的两个高精度环形位移传感器组成，动力源部分是通过手压油泵的方式为测试探头承压板的伸出过程供给压力，数据传输部分由位移传感器数据接收电缆和数显压力变送器数据接收电缆组成，数据读取部分由液压表和读数箱组成。以在竖直测孔中采用 RBEMT-75 钻孔弹模仪进行变形参数的小孔径测试为例，设备测试方法如图 42 所示。

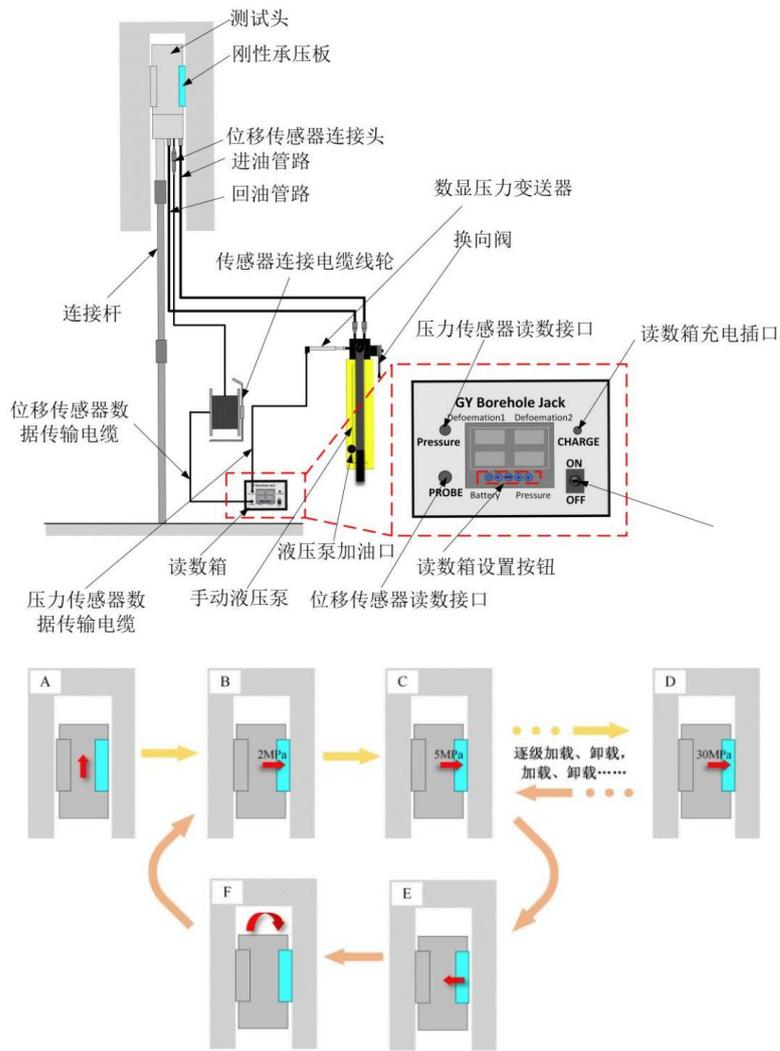


图 42 变形参数小孔径测试过程

钻孔弹性模量测试基本原理是测试头一侧的条带状承压板伸出，在与孔壁的接触面内施加对称的均匀分布力，据此，建立 RBEMT-75 钻孔弹模仪测试的力学模型，对测试过程中承压板施压时的位移变化量进行求解，如图 43 所示。该力学模型可以分解为 A 模型与 B 模型相加，a) 在 2β 范围内对孔壁径向加压；b) 在孔壁 2β 范围内对孔壁径向加压与剪切，根据模型边界条件，可将两个模型分别求解后再叠加，即可以得到待求解模型的理论解。

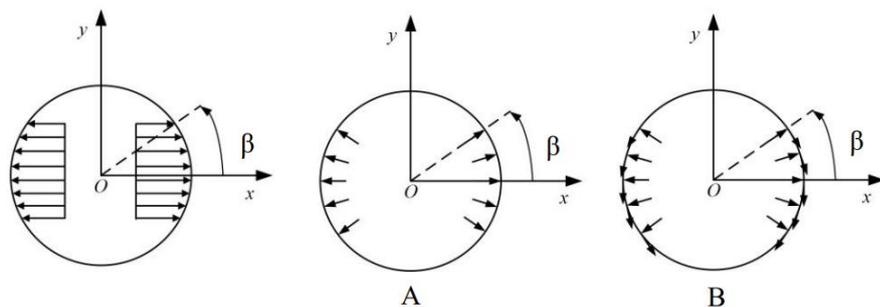


图 43 RBEMT-75 岩石钻孔弹模仪的测试力学模型

$$2G\pi \frac{dr}{dp} = -2\beta \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4-4\mu}{n(2n-1)} \cos 2n\theta \sin 2\theta \quad (1-1)$$

$$2G\pi \frac{dr}{dp} = (3 \sim 4\mu)(-2\beta \cos \theta) - \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{3-4\mu}{2n-1} \cos 2(n+1)\theta + \frac{1}{2n-1} \cos 2(n-1)\theta \right] \frac{\sin 2n\theta}{n} \quad (1-2)$$

将式(1-1)与(1-2)叠加后可得待求解模型的理论解，表示为：

$$E = A \times H \times D \times T^*(\nu, \beta) \times \frac{\Delta Q}{\Delta D} \quad (1-3)$$

式中：A-二维公式计算三维问题的影响系数；

H-压力修正系数；

D-钻孔直径，mm；

ΔQ -压力，MPa；

ΔD -测孔径向位移，mm；

$T^*(\nu, \beta)$ -与承压板接触角和岩体泊松比有关的系数。

以钱营孜煤矿 3226 工作面回风巷为例，利用该装置进行围岩弹性模量测试。3226 工作面回风巷平均埋深 540m，设计长度为 2025m。煤层平均煤厚 2.89m，平均倾角为 12°。煤层直接顶为 1.02m 厚泥岩，直接底为 1.7m 厚的泥岩，基本顶和老底岩性以泥岩为主，次为粉砂岩和细砂岩。本次测量工作在距工作面大约 160m 处，面向工作面推进方向每间隔 2m 布置钻孔，共布置 3 个钻孔，钻孔位于巷道顶板中央，竖直顶板施工。钻孔完毕后，利用 ZKXG30 矿用钻孔成像轨迹检测装置选取围岩结构裂隙不发育的完整段，记录完整区域的位置及其长度，并将弹模仪探头伸入指定完整段进行弹模试验，可得各个钻孔的弹性模量及变形模量，各钻孔内岩体弹性模量测试结果如图 44 所示。

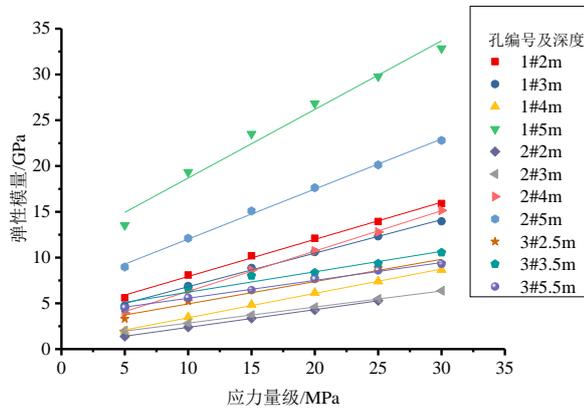


图 44 不同应力量级下的弹性模量变化趋势图

由图 44 可知，不同应力量级下的弹性模量规律基本符合线性关系，岩体的弹性模量随着正应力的增大而线性增大。但同一岩层、不同钻孔下，在相同应力量级下测量得到的弹性模量并不相同，这是由于测试结果取决于各个试验段的节理裂隙的发育程度。另外，不同应力量级情况下，岩体的弹性模量值不同，由于测试段岩体是多裂隙非线性弹性体，其弹性模量和应力量级有关，以往工程计算中选取的岩体弹性模量来源于实验室，所取试样多为完整少节理岩块，且使用加载曲线计算弹性模量，所得弹性模量为定值。弹性模量原位测试为今后岩体力学参数准确选取提供了一种新的途径。

(4) 小孔径单回路水压致裂地应力测试装备。

基于水压致裂原理，研发了一套小孔径（50mm）单回路气动增压水压致裂地应力测试装备（图 45），该装备以常规风压为动力，创新了压裂液驱动方式，通过水压控制器的自动调节模块，单回路实现了钻孔封堵和孔壁压裂双过程，压裂系统体积小（0.076m³）、质量轻（30kg），适用范围广，实现了煤矿井下地应力快速、大规模测试（图 6）。

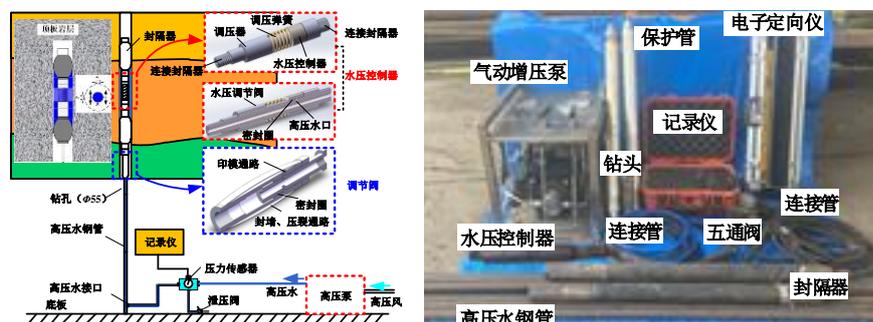


图 45 水压致裂应力测试系统

采用 ZKXG30 钻孔成像装置进行钻孔，选取 1.2~1.5m 长的完整孔段，将封隔器放置在孔壁光滑、孔径一致的位置，安装测量设备后，按照风泵座封、压裂、关泵、卸压、裂缝方位测定等步骤依次操作。地应力测量数据采集采用水压致裂地应力测量数据记录仪进行采集。垂直应力根据覆岩重力进行计算，最大主应力 σ_H 和最小主应力 σ_v 计算公式为

$$\sigma_h = p_s - \gamma_w h \quad (1-4)$$

$$\sigma_H = 3p_s - p_r - \gamma_w h \quad (1-5)$$

式中： p_s 为水压读数仪记录的关闭压力； p_r 为水压读数仪记录的重张压力； γ_w 为水的容重； h 为钻孔压裂处到水压读数仪的垂直距离。

以皇联煤矿为工程背景，选取 9#二水平回风巷布置 2 个测站，进行水压致裂地应力测试。9#煤层直接顶板多为中、细粒砂岩，局部为粉砂岩或泥岩，厚 1.10~3.57m，基本顶一般为灰色泥质胶结的中、细粒砂岩，厚 4.30~7.40m。水压致裂试验中，会得到很多的曲线与数据，但并不是所有的数据曲线都能真实反映地应力状态。因此，在根据实测资料计算主应力之前，应将不合理的数据剔除。此次水压致裂地应力测量压裂曲线测量结果如图 46 所示。

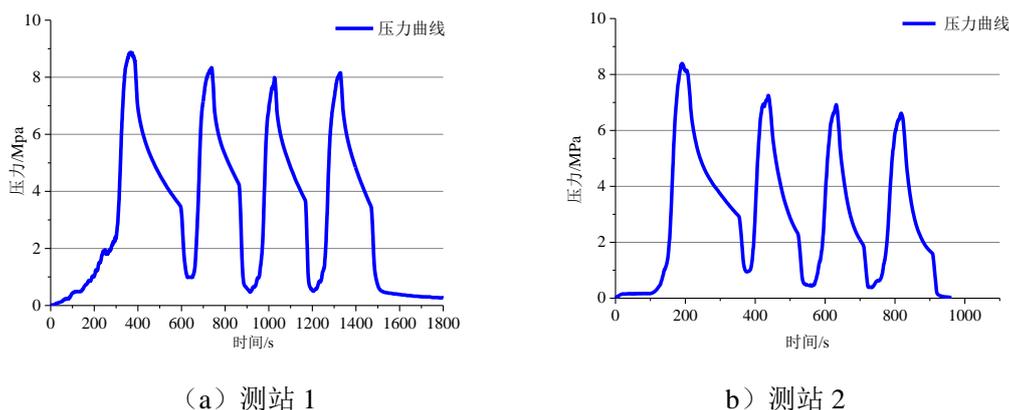


图 46 皇联煤矿水压致裂地应力测量压裂曲线

根据皇联煤矿地应力测量压裂曲线及水压致裂测试原理，结合钻孔窥视压裂裂缝的方向，得皇联煤矿地应力测试结果如表 3 所示。

表 3 皇联煤矿地应力测试结果

测站 编号	测点 位置	埋深 /m	垂直应力 σ_v /MPa	最大水平主应 力 σ_H /MPa	最小水平主应 力 σ_h /MPa	最大水平应力方 向
1	9#	246	6.64	6.40	5.20	N26.79° W
2	9#	246	6.64	6.40	4.60	N26.12° W

地应力测量结果表明，皇联煤矿 2 个测点中垂直应力 σ_v 均为 6.64MPa，最大水平主应力 σ_H 为 6.60MPa，最小主应力 σ_h 为 4.60MPa。2 个测点的应力状态均为 $\sigma_v > \sigma_H > \sigma_h$ ，测压比分别为 0.96，0.99，均接近于 1。皇联煤矿地应力以垂直应力为主，最大水平应力方向处于 N26.12° W~N26.79° W。

(5) 围岩结构原位测试与智能识别。

围岩结构测试采用的是 ZKXG30 矿用钻孔成像轨迹检测装置，该设备是一款对钻孔进行全面检测的高科技设备，该设备集钻孔拍照、窥视录像、成像和轨迹测量等功能于一身，一次测试完成，同时可以获取钻孔动态录像视频、局部高清照片、全孔壁展开图和钻孔空间轨迹，高效快捷。仪器以低功耗嵌入式双核处

理器为核心，配以高清高线数摄像机和军工级高精度空间角度测量器件，辅之以先进的控制算法和图像处理算法等软件系统，同步实现全部功能。该仪器充分考虑煤矿井下实际工作环境，操作简便，系统性能稳定。

该测试方法可直观地观察和测试钻孔壁上结构面和裂隙的分布情况，特别适用于取芯率低的破碎煤岩体，方便、快速、成本低，适用于煤矿井下大范围快速观测，在评价巷道支护效果及巷道围岩变形破坏研究等方面应用效果显著。

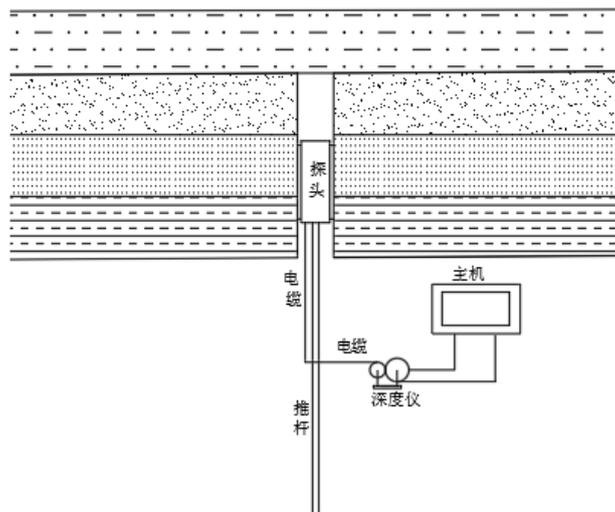


图 47 ZKXG30 钻孔成像仪各部件连接示意图

卷积神经网络在处理图像数据时主要使用卷积操作提取图像特征、通过最大池化和平均池化不断降低特征图尺寸，并尽可能保留上层图像的特征信息，建立分类回归模型检测上层特征信息得到目标信息区域和目标类别信息。通过反向传播降低损失，使用梯度下降算法逼近模型参数的最优值。建立端到端的检测通过代替了原始图像处理复杂流程。降低了传统图像处理的被动性。主动寻找图像特征，判断图像中目标类别和位置。

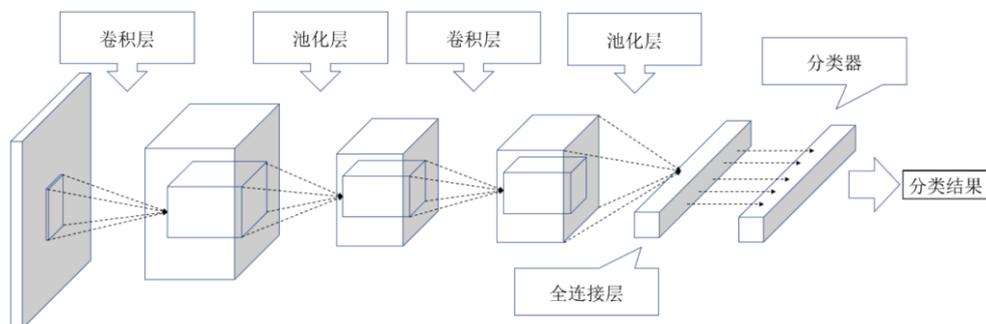


图 48 卷积神经网络结构

以华泓煤矿 9+10 号煤层巷道为工程背景，布置测站进行钻孔窥视，并采用煤岩体内部结构面参数量化方法处理钻孔图像。某一测站顶板中央钻孔内结构面

分布情况如图 48 所示，该图清晰地反映了周围岩体随钻孔深度的破碎情况，对评价巷道围岩变形提供了一定理论依据。

当纵向开裂结构面长度较长，延伸到多个单位长度钻孔段内时，含有该纵向开裂结构面的钻孔段都应该把该纵向开裂结构面列入计算。同样的道理，若横向破碎区宽度超过单位长度时，含有该横向破碎区的钻孔段应该把处在该钻孔段内的横向破碎区宽度列入计算。

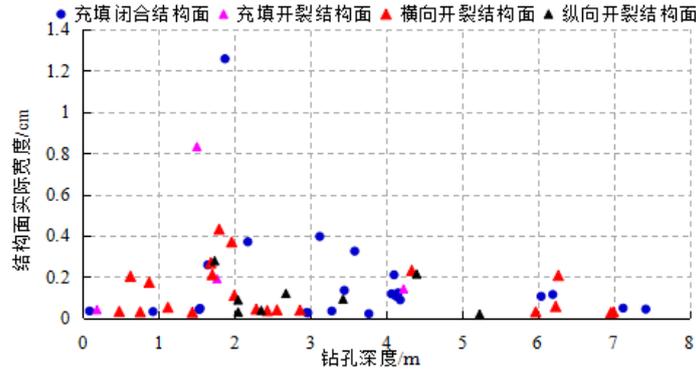


图 49 钻孔方向上结构面分布图

对各类型结构面进行统计，在图上表示各不同类型结构面分布情况。由图可知大多数结构面实际宽度小于 0.2cm。3.6-3.8m 段围岩虽然结构面条数较少，但横向开裂结构面宽度较大，且含有一条横向破碎区。

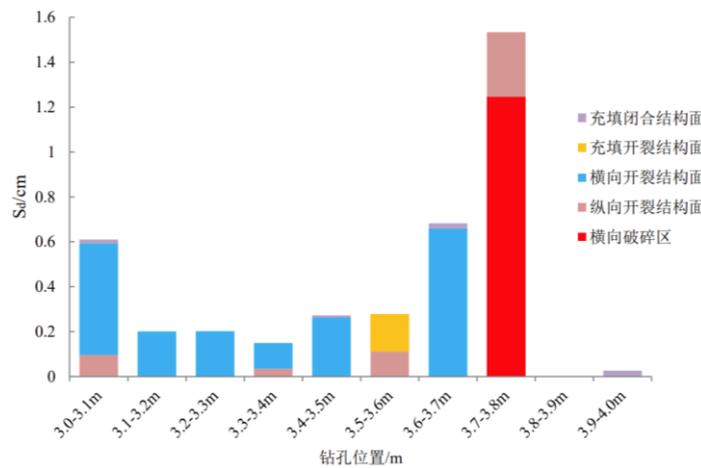


图 50 钻孔方向上结构面综合宽度分布图

对各单位长度内各类型结构面综合宽度进行统计，在图上表示钻孔方向上各单位长度结构面综合宽度情况，如图 50 所示。由图可知，3.6-3.8m 段围岩综合宽度较大（围岩破碎程度大），与上文分析结果相同，但更为直观。围岩的破碎表现主要由横向开裂结构面和横向破碎区组成。

上述研究共发表学术论文 20 余篇；授权发明专利 10 余件。研究成果获得中国煤炭工业协会科学技术奖一等奖、安徽省科技进步奖三等奖，入选了煤炭行业“中国好技术”库，并在皖北煤电集团、国家能源集团、中天合创能源有限公司、华亭煤电集团、华电煤业集团等下属 20 余对矿井得到了应用与验证，建立了皖北矿区主采煤层地应力数据库，为深部巷道支护提供了关键参数。

三、承担科研任务

在教育部、国家相关部门以及同行专家的大力支持下，实验室 2022 年承担科研任务水平和质量有很大提升，黄炳香教授作为首席科学家承担国家重点研发计划项目 1 项；姚强岭教授牵头申报的“煤矿采动空间 CO₂ 地质封存、运移与固定机理研究”获江苏省碳达峰碳中和科技专项前沿基础项目，省资助经费 300 万元；由马丹教授主持申报的国家重点研发计划“战略性矿产资源开发利用”重点专项“战略性矿产井下压裂改性增割非爆连续绿色开采新工艺”青年科学家项目获批资助。

此外，根据 2022 年国家自然科学基金委员会公布的项目资助结果，我室李桂臣教授、胡国忠教授分别获批国家自然科学基金区域创新发展联合基金重点支持项目。李桂臣教授主持的“富水深井掘采空间垮堵机理与救援通道快速构建基础研究”项目，获资助直接经费为 255 万元。胡国忠教授主持的“顶板巷全生命周期瓦斯高效抽采与智能调控基础研究”项目，获资助直接经费为 255 万元。

在国家自然科学基金委员会（NSFC）公布的 2022 年度国家自然科学基金外国学者研究基金项目评选结果中，我室外籍博士后 NGO ICHHUY（吴乙辉）主持的“CO₂ 纳米气泡与疏水改性协同强化充填材料碳化抗渗机理及方法研究”项目获得立项，获批经费 40 万元。这是矿业工程学院首次获外国学者研究基金项目，实现了在该类项目上的突破。

根据国家自然科学基金委公布的项目资助结果，我校作为依托单位申报的“深地工程多场耦合动力灾变试验仪”国家重大科研仪器研制项目(部门推荐)正式立项，获资助直接经费 8523.1 万元。该项目由袁亮院士作为负责人，窦林名教授等作为核心骨干参与，联合山东大学、安徽理工大学、中国科学院声学研究所和中国地震局地质研究所共同申报，历经教育部推荐、同行评审、基金委学部评审、基金委专家组评审、现场考察和基金委委务会审批后，正式获得国家自然科学基金委员会批准立项资助。

本年度，实验室围绕深部煤炭资源开采高地应力、高水压、高环境温度等关键科学问题，以深部煤炭资源高效、安全与绿色开采为最终目的，承担科研项目 674 项，到账经费 13734 万元，其中纵向到账经费 1734 万元，企事业单位委托项目到账经费 12000 万元。企事业单位委托项目单项金额 500 万元以上 17 项，单项金额 300 万元以上 15 项，涉及国内主要产煤省份的企业和地方的科技开发

活动，研究内容涵盖了深部煤层卸压开采、安全高效开采和采动煤岩动力灾害防治、围岩稳定控制技术、矿山固废井下智能分选技术以及矿山固废基材料的利用技术等。

2022 年度实验室承担和新获批的主要科研项目如表 4、表 5 所示。

表 4 实验室正在承担的主要国家级科研项目（2022 年）

序号	项目/课题名称	编号	负责人	起止时间	经费 (万元)	类别
1	充填开采与岩层控制	51725403	张吉雄	2018.01.01- 2022.12.31	400	国家自然科学基金-杰出青年科学基金
2	煤矸石基功能材料井下利用的基础研究	52130402	张吉雄	2022.01.01- 2026.12.31	390	国家自然科学基金-重点项目
3	煤巷快速掘进与围岩智能控制基础研究	52034007	张农	2021.01.01- 2025.12.31	354.18	国家自然科学基金-重点项目
4	综放开采分组有控切顶沿空留巷基础理论与关键技术研究	U21A201 07	柏建彪	2022.01.01- 2025.12.31	260	国家自然科学基金-联合基金项目-重点项目
5	煤与共伴生战略性金属矿产协调开采技术工程示范	2021YFC 2902105	陈大勇	2021.12.01- 2025.11.30	203	国家重点研发计划-子课题
6	战略性矿产井下压裂改性增割非爆连续绿色开采新工艺	2022YFC 2905600	马丹	2022.10.01- 2025.09.30	200	国家重点研发计划-项目
7	岩体渗流力学与突水防控	52122404	马丹	2022.01.01- 2024.12.31	200	国家自然科学基金-优秀青年科学基金项目
8	充填开采与水资源保护	52022107	黄艳利	2021.01.01- 2023.12.31	150	国家自然科学基金-优秀青年科学基金项目
9	深井强扰环境下充填膏体—支架—煤体协同承载机理研究	52174130	常庆粮	2022.01.01- 2025.12.31	75.4	国家自然科学基金-面上项目
10	孔区应力随钻反演与深部巷道钻孔卸压精准控制研究	52174132	王襄禹	2022.01.01- 2025.12.31	75.4	国家自然科学基金-面上项目
11	大采高综采坚硬顶板动载冲击效应演化机理及控制方法研究	52174138	吴锋锋	2022.01.01- 2025.12.31	75.4	国家自然科学基金-面上项目
12	综采面煤岩自然 γ 射线辐射规律及识别方法研究	52174137	张宁波	2022.01.01- 2025.12.31	75.4	国家自然科学基金-面上项目

13	露天矿软岩边坡水压爆破聚能增效及雾化降尘研究	52174131	丁小华	2022.01.01-2025.12.31	75.4	国家自然科学基金-面上项目
14	采动环境下煤体液氮致裂孔隙结构演变及跨尺度增透机理	52174129	张磊	2022.01.01-2025.12.31	75.4	国家自然科学基金-面上项目
15	多因素耦合作用泥质巷道围岩锚固体性能强化控制机理	52174089	李桂臣	2022.01.01-2025.12.31	75.4	国家自然科学基金-面上项目
16	煤油气叠置区采动煤岩体内泄漏甲烷跨尺度运移机理	52174139	梁顺	2022.01.01-2025.12.31	74.86	国家自然科学基金-面上项目
17	浅埋煤层非充分垮落采空区下重复采动致灾机理	51874281	屠世浩	2019.01.01-2022.12.31	74.8	国家自然科学基金-面上项目
18	废弃矿井采空区群导气裂隙连通特性及瓦斯积聚运移规律研究	52174212	秦伟	2022.01.01-2025.12.31	74.05	国家自然科学基金-面上项目
19	煤矿机械夯实的固体智能充填开采方法基础研究	52174134	张强	2022.01.01-2025.12.31	73.96	国家自然科学基金-面上项目
20	水浸煤柱坝体动静载累积损伤灾变机理及防控	51974297	王方田	2020.01.01-2023.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
21	坚硬煤层二氧化碳预裂爆破提高块煤率机理	51974294	袁永	2020.01.01-2023.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
22	西北矿区采动覆岩整体阻水性能演化规律与开采控制方法	51974291	张东升	2020.01.01-2023.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
23	坚硬顶板褶皱复合型冲击矿压前兆信息识别及监测预警指标研究	51874292	窦林名	2019.01.01-2022.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
24	煤系地层超声波激励与机械冲击复合破岩机理研究	51874282	王旭锋	2019.01.01-2022.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
25	沙基胶结充填防治柱式采空区顶板灾害机理研究	51874287	周楠	2019.01.01-2022.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
26	采动煤岩卸荷损伤演化的红外辐射响应机制及其量化表征研究	51874280	马立强	2019.01.01-2022.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
27	基于光纤捷联惯导的长壁工作面采煤机运行姿态感知研究	51874276	方新秋	2019.01.01-2022.12.31	72	国家自然科学基金-面上项目
28	深部大跨度巷道钻孔卸压与双微拱减跨支护机理	51874277	李冲	2019.01.01-2022.12.31	71.8	国家自然科学基金-面上项目

29	煤矿采空区碎裂岩体空隙动态演化及储水机理	51874283	姚强岭	2019.01.01-2022.12.31	71.8	国家自然科学基金-面上项目
30	薄煤层水力压裂裂缝网络传播规律及其控制	51874285	李学华	2019.01.01-2022.12.31	71.6	国家自然科学基金-面上项目
31	偏应力作用下锚固界面损伤及锚固性能衰减规律研究	52074263	阚甲广	2021.01.01-2024.12.31	69.6	国家自然科学基金-面上项目
32	高位巨厚关键层破断致灾机制及弱化改性方法研究	52074265	朱卫兵	2021.01.01-2024.12.31	69.6	国家自然科学基金-面上项目
33	超临界二氧化碳发泡混凝土强化隔热机理研究	52074266	张源	2021.01.01-2024.12.31	69.6	国家自然科学基金-面上项目
34	液体炸药单孔内重复爆破岩体裂缝动态扩展机理	52074261	杨敬轩	2021.01.01-2024.12.31	69.6	国家自然科学基金-面上项目

表 5 实验室新获批的主要国家级科研项目（2022 年度）

序号	项目/课题名称	负责人	起止时间	经费 (万元)	类别
1	CO ₂ 纳米气泡与疏水改性协同强化充填材料碳化抗渗机理及方法研究	NGO ICHHUY	2023.01.01-2024.12.31	40	国家自然科学基金-外国学者研究基金项目
2	顶板巷全生命期瓦斯高效抽采与智能调控基础研究	胡国忠	2023.01.01-2026.12.31	255	国家自然科学基金-重点项目
3	战略性矿产井下压裂改性增割非爆连续绿色开采新工艺	马丹	2022.10.01-2025.09.30	200	国家重点研发计划-项目
4	油页岩高温流体压裂的热塑性断裂效应研究	邢岳堃	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
5	多场耦合作用下矸石充填材料承载性能演化及调控机制研究	李猛	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
6	全柱状覆岩关键层运动的多源信息特征提取及其智能预测	谢建林	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
7	巷道掘进冲击地压灾变信息感知与数据驱动预警方法研究	曹安业	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
8	强采动应力传递路径上双层裂隙带缓压护巷机理	韩昌良	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
9	煤系岩层强度及结构特征随钻量化识别研究	程敬义	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
10	采区上覆黏土层隔水性演化机	顾伟	2023.01.01-	54	国家自然科学基金-

	理及其对潜水流场的作用规律		2026.12.31		面上项目
11	煤系页岩微观结构演化的岩浆热作用机制及赋气机理	余坤	2023.01.01-2026.12.31	30	国家自然科学基金-青年科学基金项目
12	应力-水力-化学耦合作用高承压采动底板渗透性演化机制	张世忠	2023.01.01-2026.12.31	30	国家自然科学基金-青年科学基金项目
13	寒区露天矿泥岩边坡冻融损伤机理及季节性控制开采	陆翔	2023.01.01-2026.12.31	30	国家自然科学基金-青年科学基金项目
14	复杂应力状态下大尺寸硐室围岩损伤破坏机理和控制方法	赵一鸣	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
15	巨厚岩层滑移型矿震机理及地表变形特征研究	牟宗龙	2023.01.01-2026.12.31	54	国家自然科学基金-面上项目
16	深部硬岩巷道围岩板裂化破坏动静力学响应机制	吴浩	2023.01.01-2026.12.31	30	国家自然科学基金-青年科学基金项目
17	深部高瓦斯松软煤层群煤岩动力灾害风险判识与精准防控	曹安业	2022.01.01-2025.12.31	63.2	国家自然科学基金-地区科学基金项目

四、实验室管理与研究队伍建设

1、实验室岗位设置

主任：姚强岭教授，负责实验室的全面工作。

副主任：陆菜平教授，协助主任开展工作，负责日常行政管理。

副主任：王襄禹教授，协助主任开展工作，分管科学研究、人才培养。

副主任：袁永教授，协助主任开展工作，分管开放运行、学术交流。

2、实验室队伍建设

实验室十分重视学术队伍的人才引进和梯队的建设，不断优化梯队结构，经过本年度的建设，学科组成员的学历结构、职称结构更趋合理。2022年，实验室固定人员达83人，其中，教授31人、副教授23人、讲师13人、统招博士后16人，高级职称人员占65%；博士学位获得者83人，占100%。2022年，整个研究队伍基本稳定，梯队职称结构和学历结构层次进一步优化和提高。

表6 实验室固定人员（2022年）

序号	姓名	类型	性别	学位	职称	年龄	在实验室工作年限
1	姚强岭	研究、管理	男	博士	教授	40	11
2	陆菜平	研究、管理	男	博士	教授	44	11
3	王襄禹	研究、管理	男	博士	教授	43	11
4	袁永	研究、管理	男	博士	教授	39	11
5	冯光明	研究	男	博士	教授	59	11
6	刘长友	研究	男	博士	教授	57	11
7	张吉雄	研究	男	博士	教授	48	11
8	李兴华	研究	男	博士	教授	50	11
9	张农	研究	男	博士	教授	54	11
10	窦林名	研究	男	博士	教授	59	11
11	屠世浩	研究	男	博士	教授	59	11
12	万志军	研究	男	博士	教授	52	11
13	李桂臣	研究	男	博士	教授	42	11
14	黄艳利	研究	男	博士	教授	40	11
15	范钢伟	研究	男	博士	教授	37	11
16	许兴亮	研究	男	博士	教授	46	11

17	高明仕	研究	男	博士	教授	53	11
18	胡国忠	研究	男	博士	教授	41	11
19	曹安业	研究	男	博士	教授	40	11
20	马立强	研究	男	博士	教授	43	11
21	方新秋	研究	男	博士	教授	48	11
22	周华强	研究	男	博士	教授	59	11
23	张东升	研究	男	博士	教授	55	11
24	柏建彪	研究	男	博士	教授	56	11
25	张益东	研究	男	博士	教授	58	11
26	徐金海	研究	男	博士	教授	59	11
27	曹根胜	研究	男	博士	教授	54	11
28	谢文兵	研究	男	博士	教授	57	11
29	马丹	研究	男	博士	教授	34	7
30	朱卫兵	研究	男	博士	教授	44	11
31	阚甲广	研究	男	博士	教授	39	11
32	徐营	研究	男	博士	副教授	41	11
33	常庆粮	研究	男	博士	副教授	42	11
34	吴锋锋	研究	男	博士	副教授	43	9
35	李冲	研究	男	博士	副教授	42	9
36	张磊	研究	男	博士	副教授	36	9
37	杨敬轩	研究	男	博士	副教授	37	9
38	程敬义	研究	男	博士	副教授	37	9
39	李许伟	研究	男	博士	副教授	34	7
40	杨培举	研究	男	博士	副教授	45	11
41	鲁岩	研究	男	博士	副教授	42	11
42	赵一鸣	研究	男	博士	副教授	41	11
43	季明	研究	男	博士	副教授	40	11
44	张源	研究	男	博士	副教授	37	11
45	严红	研究	男	博士	副教授	37	11
46	梁顺	研究	男	博士	副教授	37	11
47	轩大洋	研究	男	博士	副教授	35	11
48	周楠	研究	男	博士	副教授	34	11
49	张强	研究	男	博士	副教授	33	11
50	钱德雨	研究	男	博士	副教授	33	11

51	韩昌良	研究	男	博士	副教授	39	11
52	冯晓巍	研究	男	博士	副教授	37	11
53	屠洪盛	研究	男	博士	副教授	37	11
54	种照辉	研究	男	博士	副教授	33	11
55	张宁波	研究	男	博士	讲师	35	11
56	王高峰	研究	男	博士	讲师	38	11
57	荆升国	研究	男	博士	讲师	41	11
58	李 剑	研究	男	博士	讲师	38	11
59	王晓振	研究	男	博士	讲师	37	11
60	刘晓蕊	研究	女	博士	讲师	35	11
61	孙 强	研究	男	博士	讲师	35	8
62	孙元田	研究	男	博士	讲师	31	8
63	赵 帅	研究	男	博士	讲师	33	8
64	王朱亭	研究	男	博士	讲师	31	8
65	闫 浩	研究	男	博士	讲师	31	8
66	吴永辉	研究	男	博士	讲师	32	8
67	吴 浩	研究	男	博士	讲师	32	8
68	黄 鹏	研究	男	博士	统招博士后	35	8
69	梁敏富	研究	男	博士	统招博士后	35	8
70	刘 洋	研究	男	博士	统招博士后	33	8
71	李俊孟	研究	男	博士	统招博士后	32	8
72	谢正正	研究	男	博士	统招博士后	31	2
73	吴刚	研究	男	博士	统招博士后	32	2
74	NGO-ICHH UY 吴乙辉	研究	男	博士	统招博士后	31	2
75	谭力海	研究	男	博士	统招博士后	34	2
76	张世忠	研究	男	博士	统招博士后	33	2
77	MaoPisith	研究	男	博士	统招博士后	31	2
78	孙志辉	研究	男	博士	统招博士后	29	2
79	李佳峰	研究	男	博士	统招博士后	30	2
80	余坤	研究	男	博士	统招博士后	27	2
81	于坤鹏	研究	男	博士	统招博士后	32	2
82	霍彬彬	研究	男	博士	统招博士后	31	2
83	陆翔	研究	男	博士	统招博士后	30	2

表 7 实验室流动人员（2021 年）

序号	姓名	类型	性别	年龄	职称	工作单位	在实验室工作期限
1	付翔	访问学者	男	36	讲师	太原理工大学	2019.09-
2	王开	访问学者	男	47	副教授	太原理工大学	2019.09-
3	张小强	访问学者	男	38	讲师	太原理工大学	2019.09-
4	李小军	访问学者	男	45	副教授	河南理工大学	2019.09-
5	李小林	博士后研究人员	男	36	副教授	中国矿业大学	2017.12-
6	戚庭野	博士后研究人员	男	36	讲师	太原理工大学	2017.12-
7	邵振鲁	博士后研究人员	男	30	讲师	中国矿业大学	2017.07-
8	严兴杰	博士后研究人员	男	42	副教授	中国矿业大学	2017.12-
9	金晓红	博士后研究人员	女	42	讲师	中国矿业大学	2017.12-
10	张明伟	博士后研究人员	男	38	助理研究员	中国矿业大学	2017.10-
11	刘全龙	博士后研究人员	男	36	讲师	中国矿业大学	2016.07
12	辛海会	博士后研究人员	男	34	讲师	中国矿业大学	2016.07-
13	程纪鹏	博士后研究人员	男	37	副教授	中国矿业大学	2016.01
14	王凯兴	博士后研究人员	男	38	讲师	辽宁工程技术大学	2016.01-
15	刘玉	博士后研究人员	男	46	副教授	中国矿业大学	2014.08-
16	朱欢	博士后研究人员	女	42	讲师	中国矿业大学	2015.01-
17	于月森	博士后研究人员	男	44	副教授	中国矿业大学	2015.01-
18	祁雪梅	博士后研究人员	女	45	讲师	中国矿业大学	2014.06-
19	陈国良	博士后研究人员	男	45	教授	中国矿业大学	2014.01-

3、实验室主要研究方向

实验室特色定位：围绕我校采矿工程学科中已经形成的优势领域开展建设工作，有所作为。建设期间，实验室依据《高等学校重点实验室建设与管理办法》，主要针对深部煤炭资源开发中的高地应力、高水压和高地温等因素，开展深部采动岩层破断与移动、深部围岩流变大变形及其动力响应、深部采动裂隙演化与渗流突变规律、深部岩体多场耦合传热等关键科学问题研究。在深部采煤方法与技术、深部围岩大变形控制理论与技术、围岩动力灾害控制理论与技术、矿山固废

处置与利用 4 个研究方向集中力量有所作为，发展优势领域寻求突破。实验室主要研究方向及队伍组成如表 8 所示。

表 8 实验室研究方向及研究队伍（2022 年）

研究方向	学术带头人	主要骨干
深部煤炭资源开采方法与技术	屠世浩	方新秋、冯光明、袁永、季明、严红、屠洪盛、王晓振、赵帅、王朱亭
深部围岩大变形控制理论与技术	张 农	刘长友、李学华、李桂臣、王襄禹、阚甲广、朱卫兵、杨培举、荆升国、韩昌良、赵一鸣、范钢伟、轩大洋、钱德雨、冯晓巍、张宁波、孙元田
围岩动力灾害控制理论与技术	窦林名	万志军、陆菜平、马立强、许兴亮、姚强岭、马丹、梁顺、鲁岩、张源、刘洋、黄鹏、王高峰、刘晓蕊、孙强、闫浩、种照辉
矿山固废处置与利用	张吉雄	黄艳利、闫浩、李剑、周楠、张强、梁敏富、吴永辉、吴浩、李俊孟

五、学科发展与人才培养

1、服务学科发展

实验室所依托的中国矿业大学矿业工程学院拥有“矿业工程”一级学科博士点及博士后流动站，该学科是国家级重点学科、教育部“长江学者奖励计划”特聘教授设岗学科、国家“211工程”重点学科建设项目、“985工程优势学科创新平台”重点建设学科。2017年全国第四轮学科评估中，所在矿业工程一级学科名列A+学科，并入选“一流学科”建设。2022年矿业工程学科再次入选新一轮“双一流”建设学科。2019年，采矿工程入选国家级一流本科专业建设点名单。2022年，采矿工程专业入选江苏省产教融合型品牌专业建设点。

矿业工程学院在2016版采矿工程（卓越工程师）设置智能开采课组，2018年9月在全国率先成立智能采矿特色班，2022年2月22日获批增设智能采矿工程专业，在人才培养模式、师资队伍、课程体系、教材建设等方面，构建了完备的人才培养体系。

2022年，学院成立了矿业工程一级学科建设与指导委员会，形成了《矿业工程一级学科建设与指导委员会工作办法》。

2022年，在教育部公布的首批虚拟教研室建设试点名单中，矿业工程学院采矿工程专业作为发起单位建设“采矿工程专业虚拟教研室”。虚拟教研室在教育部矿业类专业教学指导委员会指导下，依托中国矿业大学矿业工程一流学科建设，发挥各单位优势，共同打造全国性采矿工程专业虚拟教研室，围绕智能采矿人才培养，致力于专业建设与发展研究、优质教学资源 and 优秀教师团队建设，推动传统优势专业改造升级。

2022年3月，国家智慧教育平台正式上线。在首批选送上线运行的课程中，“采矿学”、“矿山开采沉陷学”、“采矿概论”等课程登陆国家智慧平台一期项目中的国家高等教育智慧教育平台。

2022年，由郑西贵教授独著出版的《互动式教学方法创新与实践》一书获得江苏省高等教育学会2021年度高等教育科学研究成果奖二等奖。本年度，马立强、周伟、方新秋、李小林、丁小华等五位教师当选第九届江苏省系统工程学会理事会成员。此外（Highly Cited Chinese Researchers）榜单，我室窦林名、张

吉雄、许家林、马丹等 4 位教授入选 2021 “中国高被引学者”，这 4 位教授继去年入围 2020 “中国高被引学者”后，今年再次入围。

2022 年 2 月，张吉雄教授带队参加了由中国煤炭教育协会支持，安徽理工大学承办的煤矿智能化“十四五”规划系列教材编写委员会暨智能采矿工程专业建设研讨会，并作了题为《智能采矿工程专业建设进展》的专题报告，从智能采矿工程专业的建设背景、经验探索、发展规划与智采系列教材编写等方面介绍了我校智能采矿工程专业的建设进展。

2022 年，中国煤炭教育协会发布的《关于公布煤炭行业教育研究课题立项评选结果的通知》（中煤教协〔2022〕14 号），公布了 2021 年煤炭行业高等教育研究立项课题评选结果，我室申报的 4 项课题均获批立项，其中重大课题 3 项，分别为张吉雄教授与郑西贵教授主持的“基于五金工程的采矿工程专业人才培养模式与实践”、张东升教授与范钢伟教授主持的“矿业工程领域专业学位研究生实践创新人才培养模式与路径”、万志军教授与王亮教授主持的“新工科背景下优势学科创新人才培养体系构建与实践”，由姚强岭教授与桂夏辉教授主持的“面向‘双碳’战略的矿业工程‘本硕博’贯通人才培养体系创新与实践”获批重点课题。以上课题的获批标志着积极落实立德树人根本任务，积极探索煤炭高校教育教学改革面临的新问题、新情况、新要求，着力研究和解决当前及今后一个时期煤炭高等教育教学改革与创新型人才培养中的重点和难点问题，不断提升煤炭高等教育改革与创新的整体水平。同时，万志军教授与王亮教授、姚强岭与桂夏辉教授联合申报获批的项目体现了采矿工程系与安全、化工等学院积极促进学科交叉融合。

此外，我室张磊老师的“‘双一流’矿业类专业国际化人才培养体系研究”课题获批中国高等教育学会 2022 年度高等教育科学研究规划课题立项。

实验室为矿业工程学科的发展和建设做出了重要贡献，也得益于学科建设发展带来的成效，二者相互支持、相得益彰。实验室按照学科建设的规划目标，积极争取科研项目，开展科学研究，较好地完成了学科建设科学研究的年度任务。本年度，实验室研究人员共承担科研项目 674 项，到账经费约 13734 万元；截至 2022 年 11 月底，研究成果获江苏省科技进步奖、煤炭工业协会科技进步奖在内的省部级与行业科技奖励 7 项（见下表 9），其中二等奖 4 项、三等奖 3 项；发表高水平论文 125 篇，其中 SCI 论文 87 篇、EI 论文 38 篇，授权国内发明专利

66 件，发表专著 2 部。实验室研究人员在完成实验室工作的同时，还承担了“双一流”学科建设、“江苏高校品牌专业建设”等大量学科建设任务，并取得良好效果，也促进了实验室的持续发展。

表 9 省部级与行业协会科研奖励（2022 年度）

序号	项目名称	发证机关	等级	本室完成人员
1	深部地下工程瓦斯运移涌出机理与智能监测防控技术	中国岩石力学与工程学会	二等奖	刘冠男，蔡承政，王方田，朱传杰，马天然，刘洪永
2	支护体-巷道围岩变形匹配机理及预紧力定量控制关键技术	山西省科学技术奖励委员会	二等奖	孙元田
3	近距离煤层群保水开采技术研究	山西省科学技术奖励委员会	二等奖	马立强
4	煤层安全远控开采协调煤层气多维抽采关键技术及应用	贵州省人民政府	二等奖	张磊，唐俊，吴刚，方新秋
5	动力扰动下巷道锚固结构弱化失效机理及强化控制技术	贵州省人民政府	三等奖	李桂臣，孙元田
6	窑街矿区特厚煤层开采冲击地压机理及综合防治技术	甘肃省人民政府	三等奖	何江，窦林名
7	深部坚硬顶板沿空留巷“切补支护”协同控制技术及装备研发	河南省人民政府	三等奖	王方田

2、推进科教融合

实验室主要研究人员都坚持承担采矿工程专业的课程和实践教学，年本科教学工作量为 4600 当量学时；承担研究生专业课程教学工作，年教学工作量为 1002 当量学时，十分注重将科研成果融会贯通于人才培养中；积极参与教学方法改革、课程建设、教学研究及教育部本科教学评估工作。近年来，积极配合依托学院的研究生教育改革，以培养具有社会责任感、创新意识、实践能力和国际视野的创新矿业人才为核心，建立多途径、多层次的人才培养体系，推进了研究生培养质量的整体提升，尤其在学校“新工科”和“一流学科”本科专业优化调整建设背景下，实验室积极参与智能采矿特色班、矿业国际班建设，有益尝试矿业人才拓新培养新模式，用科研带动人才培养，为矿业工程“双一流”学科建设夯实基础、添砖加瓦。

2022年7月中旬至8月初，矿业工程学院院长张吉雄，党委副书记高世杰，副院长王晓琳、万志军、马立强及我室多名老师分别赴国家能源集团、山东能源集团、河南能源化工集团、潞安化工集团、中国平煤神马集团、晋能控股集团、陕西煤业化工集团、新疆天池能源有限责任公司等18家企业单位开展访企拓岗、科技攻关、科研成果转化、实习基地共建、研究生联合培养基地建设、毕业生就业质量调研等工作。

10月16日，学院采用线上模式组织召开了研究生校外培养基地建设工作部署会。马立强副院长解释了2022年度的研究生校外培养基地建设以“认定为主，新建为辅”的工作主线。研究生校外培养基地的建设，有助于提升研究生的实践水平和实践能力，有助于培养研究生的综合能力和日后解决工作的实际能力，并能以此为抓手逐步完善研究生的教育体系，夯实研究生教学基础，进一步促进矿业工程一流学科人才的培养。

为进一步纾困赋能，促进产教融合发展，在国家相关政策的指导和中国矿业大学的积极支持下，矿业工程学院积极探索产教融合协同育人新模式，依托采矿工程江苏省产教融合专业，率先在专业主干课程《采矿学》进行改革试点，围绕采矿工程专业转型与挑战、企业人才需求、校企合作新模式等方向进行科学探索。2022年10月30日，2004级采矿工程专业校友、中煤科工集团南京设计院智慧矿山院副院长吴其线上分享了题为“矿井开采设计案例分析”的报告。报告由副院长袁永教授主持，郑西贵教授、范钢伟教授、王方田教授、程敬义副教授、周楠副教授等教师代表以及矿业工程学院2019级采矿工程本科生等150余人参加。

实验室研究人员积极参与采矿工程学科本科生的实践能力培养工作。2022年，学生获“互联网+”、采矿工程专业学生实践作品大赛等省部级以上课外学术科技创新竞赛奖24项。由我室教师曹安业指导的研究生在第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛高教主赛道中获二等奖；我室教师曹安业指导的学生在第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛产业命题赛道中获得省赛三等奖。2022年，在第十一届全国高等学校采矿工程专业学生实践作品大赛中，由我室教师指导的本科生有22项作品获奖，其中，一等奖3项，二等奖4项，三等奖15项。

实验室注重优秀科研成果向教学资源的转化。实验室研究人员在承担本科生和研究生课程教学过程中，积极把自己的研究成果融入课堂教学，使理论与工程

实际、经典知识与科技创新有机结合，使课堂教学更接地气、更接前沿，取得了良好的教学效果。实验室建设和开发的多套实验仪器装备和实验方法在采矿工程专业主干课程的教学实践中也发挥了重要作用。

3、加强人才培养

实验室高度重视学术梯队的建设与发展，重视高层次人才的培养、稳定与引进。实验室人才培养的代表性举措有：

(1) 充分利用教授处于学科前沿、科研教学经历丰富等优势，《采矿学》、《矿山压力与岩层控制》、《井巷工程》专业主干课程实行教授负责制，通过设置“学科前沿讲座”等新型课程，使科研前沿信息及时进入课堂，建立教学、科研、推广三结合体制。

(2) 实验室年轻教师进入研究团队，通过青年教师导师制培养、赴企业挂职锻炼等多种途径，全面提高青年教师的教学科研能力，及时掌握学科研究领域的前沿。

(3) 与澳大利亚新南威尔士大学、昆士兰大学、阿德莱德大学、西澳大学、伍伦贡大学、加拿大英属哥伦比亚大学、多伦多大学、英国帝国理工学院、瑞典马拉达伦大学等海外名校及导师合作，联合开展课题研究及培养博士生。

(4) 实验室对外开放，鼓励国内外和校内跨院系的研究人员到实验室开展科研活动和学术交流。

(5) 依托学科与实验室优势，继续深化本科生导师制，组织学生进行实验与课题研究，参与教师承担的各类科研项目，并形成校、省、国家多级大学生科研创新训练计划体系，效果显著。通过直博、硕博连读、本硕博连读等培养模式，实现本科教育与研究生教育的有机衔接。

(6) 为深化大学生创新创业教育改革，构建项目驱动式的创新创业能力培养体系，鼓励和支持大学生尽早参与科学研究、技术开发和社会实践等创新创业活动，不断提高大学生的创新创业精神和实践能力，2022年，实验室积极开展大学生创新训练计划，设置了指导项目13项，提供资金16.2万元。大学生创新训练计划指导项目如表10所示。

表 10 实验室大学生创新训练计划指导项目（2022 年）

序号	项目名称	参与人	专业	经费(元)	指导教师
1	循环载荷下不同含水率煤体力学特性与损伤破坏规律试验研究	王文驰, 张雨瞳	采矿工程	20000	阚甲广, 韩昌良
2	煤矿巷道智能支护设计专家系统	杲晓谦, 李金颖	智能采矿, 大数据技术专业	20000	许兴亮, 田素川
3	干旱半干旱矿区浅埋煤层开采地表裂缝对周围土壤的影响	李昊泽, 马一航	采矿工程	6000	黄艳利, 李俊孟
4	深部特厚煤层强采动巷道切顶卸压-长锚固一体化稳控技术研究	喻臣铈, 雷嘉	采矿工程	20000	钱德雨, 张农
5	基于 GIS 的煤矿事故辅助救援决策系统模型构建	李家信, 胡方宇	国际采矿	20000	李桂臣, 孙元田
6	无机发泡充填材料配比实验研究	李晓华, 李可炫	采矿工程, 城市地下空间工程	16000	李冲
7	“砌体梁”力学模型与数值计算研究	叶平玉, 田博文	采矿工程	6000	姚强岭
8	高应力软岩巷道围岩裂隙时空演化及分区控制机理研究	苏敬博	采矿工程	5000	谢正正, 顾文林
9	纤维因素对粉煤灰泡沫混凝土力学特征作用研究	曹硕	采矿工程	5000	严红
10	煤矸石及二氧化碳覆岩注浆充填减排实验系统设计	淡明, 何仁亮	工业工程	6000	许家林、轩大洋
11	充填体弱化采动影响的“移动切眼”学说研究	张逵润, 裴彦文	采矿工程	20000	张强
12	干热岩热储水力裂缝扩展的热塑性断裂特性研究	徐杭	采矿工程	12000	邢岳堃
13	基于神经网络机器学习的碳封存预测研究	田伟德, 叶平玉	采矿工程	6000	种照辉

2022年，在孙越崎科技教育基金委员会发布的《关于第三十一届孙越崎能源科学技术奖奖励的决定》中，我室王方田教授成功入选“青年科技奖”。在中国煤炭学会发布的《关于公布2022最美煤炭科技工作者的决定》中，李桂臣教授成功入选。

在由共青团江苏省委、江苏省教育厅、江苏省科学技术厅、江苏省工业和信息化厅、江苏省青年联合会、新华报业传媒集团、江苏省广播电视总台、江苏省产业技术研究院等单位联合发起的2021江苏青年科技创新“U35攀峰”系列寻访活动中，我室马丹教授获评“U35攀峰”提名人选。

在第三届江苏省“十佳研究生导师”和“十佳研究生导师团队”推选中，张吉雄教授带领的“矿山固废处置与利用研究生导师团队”荣获江苏省“十佳研究生导师团队”提名奖。2022年上半年，在中国矿业大学学校于组织开展的2021年中国矿业大学优秀研究生导师、优秀导师团队评选工作中，“矿山固废处置与利用团队”被评为中国矿业大学优秀导师团队标兵，姚强岭等9名导师被评为中国矿业大学优秀研究生导师，“煤岩动力灾害防治研究生导师团队”等7个导师团队被评为中国矿业大学优秀导师团队。

实验室毕业的研究生分布于国内矿山行业的研究机构、大型国企和高校，工作能力受到用人单位的广泛好评。2022年，中央电视台新闻频道《新闻直播间》栏目以《在基层一线绽放青春梦想：赵彬宇一家的四代矿山情》为题、《人民日报》“教育”版《好儿女志在四方 有志者奋斗无悔》专题报道以“投身矿山，为能源事业出一份力”为题，分别报道了我室优秀毕业生赵彬宇的奋斗事迹。

六、实验室开放交流

1、开放课题设置情况

实验室实行“开放、流动、联合、竞争”的运行机制，面向国内外开放，每年根据研究方向设置开放基金和开放课题，吸引国内外优秀科技人才，积极开展国际国内学术合作与交流。开放课题的设立为营造实验室学术氛围，促进青年科技人才学术交流，发展深部煤炭资源开采基础理论和技术应用发挥了重要作用。2022年度，设置开放基金课题6项，资金总额18万元，见表11所示。

表11 开放基金项目（2022年）

序号	申请课题名称	经费/万元	申请人	职称	申请人单位	课题起止时间
1	考虑气液复合加载与梯度应力效应的应变型岩爆试验与机理研究	3.0	王东星	教授	武汉大学	2022.01-2022.12
2	矿渣基高水速凝充填胶结料研发与性能调控研究	3.0	姜海强	副教授	东北大学	2022.01-2022.12
3	深部高应力环境下锚索支护失效形式及承载机制研究	3.0	陈见行	副教授	中国矿业大学（北京）	2022.01-2022.12
4	深部高瓦斯煤层群多重保护层开采煤岩体渗透率及瓦斯运移演化规律研究	3.0	李波	讲师	湖南科技大学	2022.01-2022.12
5	高地应力下大断面硐室群围岩破坏失稳机理与优化布局方法研究	3.0	朱成	讲师	广州市设计院	2022.01-2022.12
6	基于“压-振”信息协同控制方法的综放开采放煤准则研究	3.0	霍昱名	讲师	太原理工大学	2022.01-2022.12

2、主办或承办大型学术会议情况

——2022年10月29日-30日，第十二届绿色开采理论与实践国际研讨会以线上会议形式召开。本届研讨会由中国矿业大学主办，中国矿业大学煤炭资源与安全开采国家重点实验室、中国矿业大学期刊中心等单位联合协办。开幕式由煤炭资源与安全开采国家重点实验室常务副主任黄炳香主持。本届会议主题为“绿色智能采矿”，涉及10个研究方向，即国外矿山开采法规与实践、矿山岩体力学与岩层控制、矿山动力灾害理论与技术、环境协调开采理论与技术、矿山职业健康与安全管理、矿山生态修复理论与技术、矿山固废处理理论与技术、矿山智能开采理论与方法、矿山机械装备与智能创新、矿山无人驾驶与保障技术。许家林教授、张农教授、窦林名教授作了大会特邀报告。另有30名专家学者就绿色开

采、智能采矿和煤岩动力灾害领域的焦点问题作大会主题报告。来自中国、美国、加拿大、澳大利亚、波兰、巴基斯坦等国家的大学、科研机构、矿山生产和装备企业专家学者约 12000 人线上参加研讨会。本届研讨会秉承着历届研讨会的使命与担当，突出体现“国际性”、“大采矿”和“科研机构及研究人员、矿山企业与矿山装备企业一体化交流平台”的特点，旨在促进科研机构及研究人员、矿山企业和矿山装备制造企业三者间交流合作。同时，会议将“第十二届绿色开采理论与实践国际研讨会”与“第六届煤岩动力灾害国际研讨会”联合举办，积极开拓创新，搭建了学术界与产业界交流平台，促进矿业创新与经济融合发展，达到了“开放多元、同力协契、互享共赢”的目标，进一步提升了我校在国际矿业领域的影响力。



图 51 专家线上作报告

——2022 年 10 月 29-30 日，由中国矿业大学、澳大利亚伍伦贡大学、波兰 AGH 科技大学主办，中国矿业大学矿业工程学院、江苏省矿山地震监测工程实验室、煤炭资源与安全开采国家重点实验室、深部煤炭资源开采教育部重点实验室、“中国矿业大学-安徽理工大学”冲击地压防治工程研究中心承办的第六届煤岩动力灾害国际研讨会以线上会议形式召开。本次会议与“第十二届绿色开采理论与实践国际研讨会”联合举办。窦林名教授、曹安业教授分别作“煤矿冲击地压监测预警研究进展”和“冲击地压煤层高压水射流割缝卸压方法与参数优化”的报告。来自中国、美国、加拿大、澳大利亚、波兰、巴基斯坦等国家的大学、科研机构、矿山企业专家学者约 12000 人线上参加研讨会。本次研讨会的顺利召开为煤岩动力灾害研究搭建了更为充分的学术交流平台，对提升国内外煤矿煤岩动力灾害治理水平、遏制煤矿重大灾害发生具有积极意义。



图 52 窦林名教授参加开幕式并做特邀报告

——2022年12月17日，由中国煤炭学会开采专业委员会主办，山东能源集团有限公司承办，中国矿业大学矿业工程学院、煤炭资源与安全开采国家重点实验室、深部煤炭资源开采教育部重点实验室、江苏省矿山地震监测工程实验室、中国矿业大学智能化开采研究中心、山东省充填开采工程技术研究中心、山东康格能源科技有限公司、《煤炭科技》编辑部、《煤矿现代化》编辑部等单位协办的2022年全国煤矿科学采矿新理论与新技术学术研讨会以线上方式召开。中国煤科集团王国法院士，中国煤炭学会副理事长、重庆大学于斌教授，中国煤炭学会王蕾秘书长，中国矿业大学副校长张吉雄教授，开采专业委员会主任委员刘长友教授，开采专业委员会副主任委员、山东能源集团有限公司总工程师、技术研究院院长孙希奎研究员等参加会议。开幕式由开采专业委员会副主任委员兼秘书长万志军教授主持。



图 53 会议开幕式

开采专业委员会主任委员、我室刘长友教授代表开采专业委员会作了年度工作报告。他指出，一年来，在中国煤炭学会领导下，开采专业委员会认真落实学会部署的各项工作，精心筹备年度学术研讨会，举荐的多名优秀青年人才获得最美煤炭科技工作者、全国煤炭青年科技奖、中国煤炭学会第八届中国科协青年人才托举工程项目推荐人选等，工作得到了上级部门领导和广大煤炭科技工作者的认可。他表示，在接下来的一年里，专委会将认真学习贯彻落实党的二十大精神，按照中国煤炭学会的要求，结合自身实际，把专委会的工作与学会的要求、行业的中心任务紧密结合起来，坚持为科技工作者服务，尤其是为广大青年科技工作者成长搭建平台，增强对煤炭科技工作者的吸引力和凝聚力，以优异成绩迎接中国煤炭学会成立六十周年的召开，努力为煤炭行业高质量发展贡献力量。



图 54 我室人员特邀报告

表 12 主办或承办的学术会议（2022 年度）

序号	会议名称	主办/承办单位名称	会议主席	召开时间	参加人数	类别
1	第十二届绿色开采理论与实践国际研讨会	中国矿业大学、煤炭资源与安全开采国家重点实验室、中国矿业大学期刊中心等	黄炳香	2022.10.29-30	12000	全球性
2	第六届煤岩动力灾害国际研讨会	中国矿业大学、澳大利亚伍伦贡大学、波兰 AGH 科技大学	窦林名	2022.10.29-30	12000	全球性
3	2022 年全国煤矿科学采矿新理论与新技术学术研讨会	中国煤炭学会开采专业委员会、山东能源集团有限公司	万志军	2022.12.17	10000	全国性

3、国内外学术交流与合作

实验室积极开展与国内外大学、学术机构的交流，派出访问学者和联合培养博士生，与澳大利亚、英国、美国、波兰等国家的大学、科研学术机构开展了广泛的科研合作与学术交流。

——2022年3月23日，矿业工程学院与南非矿业与冶金学会（SAIMM）联合主办召开了 Collaborative Strata Control Webinar - China and South Africa 国际学术研讨会，会议由全职外籍教授 Anthony Spearing 召集。会议围绕“Strata Control”主题，马立强教授、蔡武教授分别作了主题报告。来自中国矿业大学、南非金山大学、南非 SRK 矿业咨询公司、南非矿山健康和安全管理委员会、拉法基（Lafarge）南非公司、英美资源公司(Anglo American)南非分公司、Mintek 南非公司、巴基斯坦俾路支省信息技术工程与管理科学大学（Balochistan University of Engineering and Technology Khuzdar），以及美国南伊利诺伊大学等 10 余所高校或矿业机构的 130 余名专家学者及师生参加了本次会议。



图 55 会议分会场之一

——2022年4月12日，窦林名教授受邀参加了澳大利亚昆士兰大学（University of Queensland）博士毕业生的论文答辩工作。李许伟副教授、贺虎副教授等老师一起与来自昆士兰大学和联邦科学与工业研究组织（CSIRO）的答辩专家就论文“Failure of the Hard Roof and the Impact on Coal Burst Occurrence”的研究意义、存在的问题、改进的方向、今后的研究工作等共同进行了质疑、建议和评述。

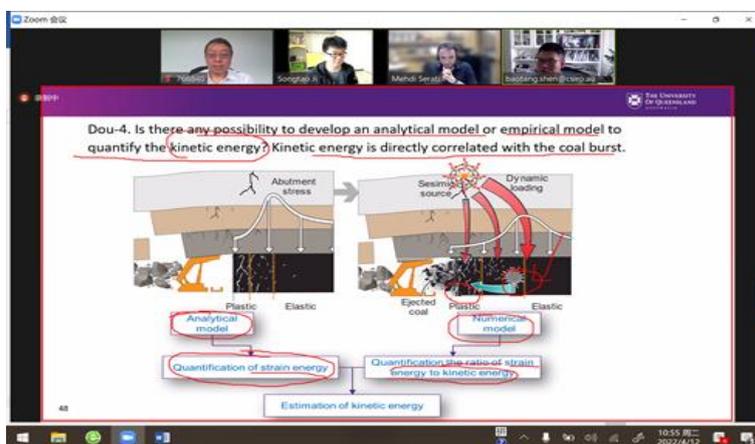


图 56 昆士兰大学博士论文线上答辩会

——2022年4月13日，窦林名教授、蔡武教授、李许伟副教授受邀请参加了中国矿业大学国际合作交流处、矿业工程学院与英国埃克塞特大学坎伯恩矿业学院联合召开的网络学术研讨会。窦林名教授和李许伟副教授简要介绍了团队在冲击矿压监测预警与防治方面的系列研究成果和应用情况，并与 John Coggan 教授、Hylke Glass 教授和 James Hickey 副教授就顶板岩层预裂效果探测技术、岩石动力行为数值模拟、岩层应力分布状态的震动波 CT 反演技术等进行了深入交流。双方达成就申请中英政府间合作项目的共识，积极推进两校科研合作。



图 57 会议现场

——2022年4月29日，矿业工程学院组织召开了2022年青年教师学术研讨会，暨中央高校基本科研业务费项目结题验收会。此次共邀请了7名专家对青年教师进行学术指导，其中2名校外专家，5名院内专家是屠世浩教授、窦林名教授、刘长友教授、李桂臣教授和马丹教授。共有160余名师生参加了在线会议。黄鹏、梁敏富、孙强、李兆霖、时旭阳、王高峰、刘晓蕊、张娜、程敬义、韩流、韩昌良、钱德雨等12名青年教师，围绕近年来的研究方向或中央高校基本科研业务费项目的研究进展，依次做了学术报告。与会专家针对青年教师的汇报内容，结合其研究方向，给出了具体的指导意见和学术发展建议。



图 58 会议现场

——2022年7月16日，第35届全国高校采矿工程专业学术年会隆重召开，教育部高等学校矿业类专业教学指导委员会副主任饶运章教授等专家做了特邀报告和主题报告。万志军教授的“采矿工程专业教育数字化建设进展及发展趋势”、李桂臣教授的“采矿工程专业多维虚实场景一体化实践教学创新与应用”、郑西贵教授的“‘双碳’目标下采矿工程人才培养思考与实践”主题报告，引起参会代表的普遍关注和讨论。同期举行的第四届矿业工程领域研究生论坛上，博士生骆韬做了“水-岩作用下弱胶结岩石劣化及采动渗透性演化规律研究”、硕士生许文杰做了“急倾斜厚煤层蹬空孤岛工作面煤巷快速掘进关键技术”的报告。



图 59 分会场现场

——2022年7月22日，副校长卞正富带队到陕西陕煤榆北煤业有限公司，就建立博士后联合培养实践基地等合作事宜进行调研交流。陕西陕煤集团副总工程师，陕西陕煤榆北煤业有限公司党委书记、董事长、总经理石增武，中国工程院院士、中国煤炭科工集团科技委主任康红普参加活动。我室相关负责人及教师代表参加了此次活动。会上，卞正富与石增武签订中国矿业大学榆北煤业博士后联合培养合作协议，并为博士后联合培养实践基地揭牌。



图 60 座谈会现场

——2022年7月28日，临汾市科技局二级调研员解晓林、副局长马草原一行14人来矿业工程学院调研交流。袁永教授参加了此次交流活动。会上，双方就校地之间“产学研用”合作进行了讨论、交流，并达成广泛共识。



图 61 座谈交流会现场

——2022年7月15-16日，由教育部高等学校矿业类专业教学指导委员会主办，昆明理工大学承办，贵州理工学院协办的第35届全国高校采矿工程专业学术年会在云南昆明隆重召开，来自全国40余所高校与企业的500多名代表参加了线下和线上会议。屠世浩教授线上参加了会议，万志军教授、李桂臣教授、郑西贵教授受邀线上做了主题报告。采矿工程专业组织十余名教师线下集中参会。



图 62 分会场现场

——2022年9月2日，范立民教授在A604报告厅作了题为“科技创新的思路与方法——以保水采煤为例”的学术报告，学院相关研究方向的教师和研究生代表共计100余人参加了报告会，会议由马立强教授主持。报告会上，范立民教授介绍了保水采煤理论与技术的发展和应用前景，并与现场参加报告会的师生进行了讨论和交流。



图 63 报告会现场

——2022 年 11 月 12 日，团队负责人窦林名教授受邀参加第 41 届国际采矿岩层控制会议并作题为“矿震发生现状及其研究进展”的特邀报告，全面介绍了我国矿震研究进展。



图 64 会议现场

——12 月 23 日，由中国矿业大学人力资源部主办，矿业工程学院、深部煤炭资源开采教育部重点实验室、矿山固废处置与利用学科创新引智基地、江苏省矿山地震监测工程实验室联合承办的中国矿业大学前沿实践创新论坛暨第三届博士后交叉创新论坛以线上方式召开。中国科学院院士何满潮教授，学校副校长叶继红教授，中国煤炭地质总局一级首席专家王佟工程师，中煤科工开采研究院有限公司副总经理吴拥政研究员，北京国华科技集团有限公司董事长王宏研究员，以及校人力资源部、矿业学科群 7 个学院的负责人、师生共计 200 余人参加会议。开幕式由学院党委书记闵涛主持。学术报告阶段，我室黄艳利教授、姚强岭教授、马丹教授，分别作了题为“干旱半干旱矿区水资源保护性开采理论与技

术”、“黄河流域大型矿区煤水共采理论与技术研究进展”、“深部导水构造岩体径向渗流特征”的报告。

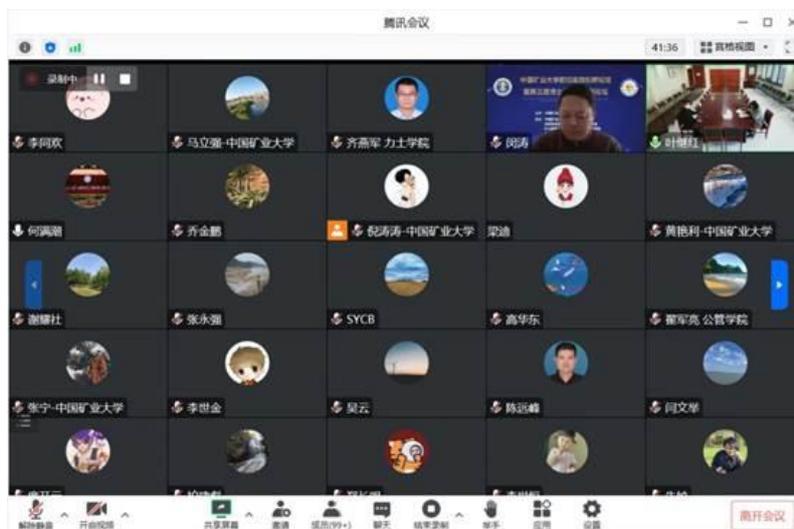


图 65 会议现场

本年度，实验室公派 2 名教师出国访问，并派出多名联合培养博士生，与国外高校和研究机构进行合作研究或联合培养。

表 13 教师访学情况（2022 年度）

序号	姓名	职称	国外机构	出国时间	出国目的
1	冯晓巍	副教授	意大利米兰理工大学	2021.09.06-2022.09.06	访问学者
2	何江	副教授	加拿大多伦多大学	2022.09.16-2023.09.15	访问学者

4、科学传播

实验室高度重视国际和全国性学术传播活动，积极开展与国外大学、学术机构的交流。采取切实措施，加强科学传播与开放合作，形成了良好的国内国际科学传播与合作氛围。

(1) 促进学校内部学科之间交叉联合，与本校安全工程、地质工程、工程力学、电力电子与电力传动、计算机科学等专业积极合作，共同探讨解决科研工作中遇到的基础问题和技术研发问题。

(2) 强化与国内高校和企业的实质性科研合作，与安徽理工大学、北京科技大学、中国矿业大学（北京）、北京软岛科技公司等合作开展研究工作等。例如，与安徽理工大学共建冲击地压防治工程研究中心；与中煤能源研究院、中煤大屯煤电公司签订战略合作协议，围绕技术服务、共建国家级科技研发平台、高层次人才共同培养和共享共用等方面的深度合作进行了探讨交流。

(3) 加强与国际科研院所的实质性合作，与澳大利亚新南威尔士大学、西澳大学、英国帝国理工学院等交换研究人员和联合培养博士生，与美国、加拿大、英国、波兰、澳大利亚等多个国家多所高校与研究机构建立了学者互访和学术交流制度。例如，邀请波兰 AGH 科技大学来实验室开展学术交流，实验室人员赴印度尼西亚老兵建设大学参加国际教育合作交流。

(4) 通过举办或参加技术交流会、走访厂矿企业、选拔学术骨干赴厂矿企业挂职服务等方式，积极传播深部煤炭资源开采、围岩变形控制、围岩动力灾害与矿山固废处置与利用等方向的最新研究成果与科技进展，为煤矿企业安全开采提供指导和技术支撑。例如，为窑街煤电集团等多个矿业集团举办采矿新理论、新技术培训会，开展《防治煤矿冲击地压细则》宣贯等。

七、社会服务

1、煤炭行业咨询服务

2022 年度，实验室研究人员共承担企事业单位委托项目超过 600 项，涉及国内主要产煤省份企业和地方科技开发活动，研究内容涵盖了深部煤层卸压开采、安全高效开采和采动煤岩动力灾害防治、围岩稳定控制技术、矿山固废井下智能分选技术及矿山固废基材料利用技术等，为企业解决了大量生产技术问题。

表 14 实验室正在承担的主要企事业单位委托项目（2022 年度）

序号	项目/课题名称	负责人	经费/万元
1	高家堡煤矿深部复杂环境冲击矿压机理及防控技术研究	窦林名	2999
2	海石湾煤矿强矿震及冲击矿压防控研究	窦林名	2374
3	永陇公司冲击地压机理、预测预警与综合治理技术研究	曹安业	1200
4	煤矿地面钻井矸石流态化充填保水开采关键技术研究与应用	周楠	1180
5	九道岭煤矿深部复杂环境冲击地压防治技术研究	曹安业	900
6	赵庄矿采场覆岩关键层运动规律及其在绿色开采中的应用研究	胡国忠	820
7	陈家山煤矿 414 孤岛工作面复杂条件下安全开采技术研究	马立强	770
8	陈家山复杂条件下 418 综采放顶煤工作面灾害防治技术研究	马立强	760
9	山西凌志达煤业有限公司矿井污水采空区自循环过滤净化与井下复用技术研究及应用	马立强	650
10	冲击地压矿井智能化综合预警关键技术与装备配套研究	巩思园	640
11	南沟煤业厚煤层蹬空开采技术研究	李冲	620
12	沿空掘巷关键技术研究	阚甲广	610
13	济宁市煤矿技术方案审查与咨询	周楠	600
14	华亭煤田矿井冲击地压灾害防治技术研究	曹安业	595
15	《多类型矿井冲击地压智能化综合预警平台及防治标准体系研究》项目	巩思园	512
16	深井巷道淋涌水对支护体系性能影响及控制对策研究	范钢伟	455
17	孟巴煤矿包产四期矿井冲击地压监测与防治技术研究	巩思园	450
18	王家山煤矿冲击地压区域与局部综合防治技术	何江	408

2022 年，冲击矿压团队积极深入中煤集团、徐矿集团、山能集团、临矿集团、彬长集团、华亭煤业等矿区现场一线，开展冲击矿压灾害的风险判识预警与防范治理等方面的技术指导与服务工作。2 月 17 日窦林名教授受邀作为专家组组长评审国内首部冲击地压防治企业标准《冲击地压防治技术标准》。3 月 12 日，

窦林名教授作为防治冲击地压企业标准评审组组长，参与了陕西彬长矿业集团有限公司的《煤矿冲击地压防治》和《地面 L 型水平井分段压裂防治煤矿冲击地压》两项企业标准的评审。

4 月 11 日，冲击矿压团队针对高家堡煤矿深部复杂环境冲击矿压灾害防治的重点问题，窦林名教授邀请国内外专家学者以现场+网络视频会议的方式举行了项目进展研讨会。会议对项目研究进展、301 工作面回风顺槽变形冒顶原因与控制、302 工作面采空区对 301 和 303 工作面采掘的影响规律等进行了汇报和研讨，并对研究中存在的问题与下一阶段的研究工作进行了布置与安排。

6 月 28 日，山东能源以视频方式组织召开“深地资源智能安全高效开采关键技术和装备研究与示范”推进会，窦林名作为项目咨询专家受邀参会，被聘为“深地”项目全程跟踪咨询专家。8 月 26 日，山东能源集团在内蒙古鄂尔多斯康巴什召开的“冲击地压、矿震、岩爆专题”学术研讨会，窦林名教授现场调研了内蒙古昊盛煤业有限公司石拉乌素煤矿并给予煤矿防治冲击地压及矿震的建议。煤炭学报举办的“冲击地压防治理论与技术”专题分享会，曹安业教授受邀参加并作“冲击地压频发区矿震破裂机制与震源参量响应规律”成果报告。

2、煤炭行业培训服务

2022 年，窦林名教授、巩思园副研究员等多次赴中煤集团、徐矿集团、华亭煤业集团、彬长集团等全国多个大型煤炭生产企业，开展冲击矿压监测与防治理论及技术、冲击矿压防治规程规章的多场专题讲座。例如，1 月 18 日，山东省济宁市能源局为进一步巩固提升三年行动成果，提高煤矿安全管理人员和专业技术人员业务能力，开展煤矿安全生产“每月两讲”活动，并邀请团队窦林名教授通过“云视讯”视频会议系统进行首次专家授课，授课的主题是冲击矿压防治问题的思考。

窦林名教授受邀参加陕煤集团彬长矿业公司举办的煤矿冲击地压防治专题讲座，从冲击地压防治现状、主控因素与近期研究进展、亟需解决的问题和提升冲击地压防治水平等四个方面，结合理论研究、现场实践和冲击地压事故案例进行了详细生动的讲解。6 月 12 日蔡武副研究员受彬长矿区胡家河煤矿邀请举办了冲击矿压风险智能判识的专题讲座，重点讲解了预警体系建设和多参量预警理论及实践。11 月 3 日巩思园副研究采用“线上+现场”的方式给中天合创门克庆煤矿和葫芦素煤矿防冲部门的全体人员进行了冲击地压监测预警理论与技术培

训，主要介绍了微震监测技术与震动波 CT 反演预警技术，同时结合门克庆煤矿现场工况进行深入分析。

3、制定国家行业标准及创新成果转化

为了更好的推进创新成果转化，将最新的研究成果在煤炭企业落地，将已成功应用的项目成果制定了国家及行业标准。由张吉雄教授牵头，中国矿业大学、新汶矿业集团有限责任公司等参与，制定了国家标准《综合机械化固体充填采煤技术要求》(GB/T 39338-2020)；由中国矿业大学牵头，张吉雄、张强等主要完成人参与制定了能源行业标准《煤矿综合机械化固体充填与垮落式协同开采技术规范》(NB/T 10761-2021)。

冲击地压研究团队所提出的研究技术体系已在全国 30 多个矿区及澳大利亚、孟加拉等国家推广应用。研究成果编入了《煤矿安全规程》、《防治煤矿冲击地压细则》、《冲击地压测定、监测与防治方法》等规程规范和相关标准，多次被央视《东方时空》、《光明日报》、《科技日报》、《中国能源报》等媒体进行专题报道；出版相关著作《采矿地球物理学：矿山震动》等 12 部。

张吉雄教授等主要成果完成人在不同学术及技术推广会议做特邀报告 40 余次，介绍本项技术的主要研究进展及推广应用情况，行业内已经认可本项技术是实现深部煤炭开采与环境保护协调发展的关键技术之一，中国煤炭报等多家媒体专题报道了相关研究成果，内蒙古自治区能源局颁发的《内蒙古自治区煤炭工业发展“十四五”规划》、河南省工业和信息化厅颁发的《河南省煤炭行业安全发展“十四五”专项规划》等多省煤炭行业主管部门的“十四五”规划均将本研究的关键技术列入了发展要求。

蔡武教授等在中国工程院院刊系列主刊《Engineering》(IF=12.834)在线发表了有关断层型冲击地压机理、监测预警与防治理论与技术体系方面的系统性研究成果：Fault-Induced Coal Burst Mechanism under Mining-Induced Static and Dynamic Stresses。该项研究成果在河南、陕西、甘肃、山东等矿区工作面成功应用。该理论技术体系对于系统理解断层冲击地压机理、监测与防治具有重要指导意义，同时对于断层区域储层改造、修建水电硐室、交通隧道等领域也具有积极意义，社会价值与经济效益显著。

八、下一步工作计划

1、服务学科发展

围绕学院“双一流”建设目标，按照学院对矿业工程学科“深地开发、绿色开采、智能采矿、未来矿业”四个建设领域的总体布局，结合实验室研究特色，针对深部煤炭资源开发中的高地应力、高水压和高地温等因素，继续深入开展深部开采理论与方法、深部岩层控制和深部灾害防控等关键科学问题的研究，进一步拓展、凝练深部智能精准开采方法、深部煤-热共采、深部空间开发与利用等新的研究方向，为学科“双一流”建设和实验室的可持续发展谋划布局。

2、合理优化研究队伍与场地

根据实验室发展需求和学院实际情况，进一步优化研究团队设置，合理配置研究队伍资源；根据学院科研平台总体布局和发展现状，进一步解决学院内部科研平台研究方向、实验室人员、实验室空间和仪器设备等交叉问题。

3、强化人才培养

依托学院学科力量，培养 2~3 名在国际深部煤炭资源开采领域有较大学术影响、具有承担国家重大科研项目能力的青年学术带头人；每年继续选派 2-4 名青年教师到国内外著名高校和科研机构培训、访问、开展博士后研究和学术交流。同时，继续加大对大学生创新训练计划指导项目的投入，推动科技平台服务本科教学、科研团队参与本科教学，着力培养本科生的创新精神和科学研究能力。鼓励和支持大学生尽早参与科学研究、技术开发和社会实践等创新创业活动，不断提高大学生的创新创业精神和实践能力。

4、扩大开放交流

实验室继续坚持贯彻“开放、流动、联合、竞争”的运行机制，积极面向国内外展开深入交流合作，在世界范围内邀请优秀科学家到实验室工作、讲学与合作研究，不断优化实验室研究人员结构，提高研究人员综合素质；继续大力支持开放基金的设立，增加开放课题数量，吸引国内外优秀科技人才展开合作；进一步主（协）办好“冲击矿压国际研讨会”、“绿色开采理论与技术国际研讨会”、“科学采矿学术论坛”、“中国煤炭学会开采专业委员会学术年会”等学术会议。

九、学术委员会

主任委员（1人）

袁 亮 中国工程院院士，安徽理工大学校长

副主任委员（2人）

康红普 中国工程院院士，中煤科工集团首席科学家

张 农 教授、博导，徐州工程学院

委员（9人）

刘泉声 教授，武汉大学

李树刚 教授，西安科技大学

鞠 杨 教授，中国矿业大学（北京）

屠世浩 教授，中国矿业大学

谭云亮 教授，山东科技大学

窦林名 教授，中国矿业大学

马念杰 教授，中国矿业大学（北京）

杨天鸿 教授，东北大学

薛俊华 教授，西安科技大学