

# 2020 年河北省科学技术进步奖

## 公示材料

项目名称：深部导水通道探查与注浆治理效果监测评价技术

提名单位：邢台市科技局

### 1. 项目简介：

应用领域：矿井防治水。

煤矿深部开采面临高水压、高矿压、高地应力复杂环境条件，突水机理不清、深部导水通道探查及注浆治理效果评价缺少有效方法，造成深部开采突水频发、破坏矿区水资源，对矿井安全造成极大威胁。

冀中能源邢东矿，采深超过 1000m，煤层与奥灰含水层间隔水层厚度 174m，水压 10-12MPa。深部水平 5 个工作面，在无显性构造、已进行底板预注浆加固或区域治理情况下均发生突水，最大水量 2650m<sup>3</sup>/h。

项目以微震监测技术为主，配合物理模拟、数值分析、理论分析、岩石力学测试、物探、钻探等多种方法，研发、建立了一套煤矿深部突水通道全时空探查与注浆治理效果实时动态评价方法，取得良好技术效果。

主要成果如下：

(1) 研发了大采深、高水压、厚隔水层、无显性构造条件下，工作面底板岩层在矿压与水压叠加影响下应力扰动带突水预警模型。该扰动带存在于常规“下三带”完整岩层带浅部，随采深、矿压、水压、采线位置而变化，是深部突水主要影响因素。较好地解决了工作面底板 60m 内不存在导水构造，仍然发生突水以及如何预防的生产难题。

(2) 研发出隐性裂隙带、导水构造“异常晕”形成机理及探查、验证、治理方法。构建了导水构造“异常晕”发育模型，解决了原岩应力状态下裂隙带不充水，采前物、钻探无法探明，采掘扰动后裂隙带充水引发突水的生产难题。

(3) 研发了煤矿井下全空间宽方位微震数据采集技术和专门用于突水弱信号识别的“KJ1073 煤矿微震监测系统”，提出低频弱微震信号识别、提取与三维自学习纵横波联合定位方法，实现了工作面 100m 以深导水构造的探查预判；提出了数学形态学和经验小波变换低频微震信号中井下交流电噪音压制和识别方法；发明了煤矿联合地震全息勘探方法，建立了空间多层速度模型，通过多源信息、纵横波联合迭代定位，定位速度和精度大幅提高，z 方向定位误差小于 10m。

(4) 发明了钻孔注浆浆液扩散范围微震监测方法，弥补了常规钻探评价时效性差、控制范围小的缺陷，在优选注浆层位、注浆效果评价及预防底鼓、跑浆等方面取得良好技术效果。

2019 年 4 月，项目通过滕吉文院士、林君院士组成的专家组评价，“成果达到国际领先水平”；获国际发明专利 1 件、发明专利 4 件、软件著作权 3 件，发表论文 4 篇，发布河北省地方标准 2 项；2018 年 6 月，课题技术写入国家煤监总局《煤矿防治水细则》；2018 年 12 月，依托微震平台，建成“河北省矿井微震重点实验室”“河北省煤矿水害风险预警与防控中心”；项目技术在冀、蒙、晋、皖四省 14 个矿井、33 个工作面应用，探明隐伏导水构

造 15 处、预测突水 6 次，解放受水威胁煤炭资源 678 万吨，新增产值 386250 万元，新增利税 48723 万元。

## 2. 主要完成单位

河北煤炭科学研究院有限公司

冀中能源集团有限责任公司

河北工程大学

石家庄铁道大学

中国石油大学（北京）

## 3. 应用情况：

### 应用 1 邢东矿 2125 工作面深部隐伏突水通道探查

采用突水干扰场微震监测技术，2125 工作面圈定 2 个异常区（1#、2#异常区）。

2016 年 6 月，区域治理钻孔揭露 1#异常区，单点注浆量 760t，提前消除一处突水隐患。

2016 年 11 月 21 日，工作面回采结束，撤架期间，2#异常区出水 70m<sup>3</sup>/h。在奥灰含水层施工 1 个水平分支孔，遇隐伏裂隙带，注浆 226t，突水消失。

### 应用 2 邢东矿 2129 工作面隐伏导水通道探查

2019 年 3-4 月，采用回采干扰场微震监测技术，在 2129 工作面圈定 1 个异常区。初期微震事件集中在底板 50m 以浅，随工作面采线接近，矿压破坏范围加大，微震事件向深部扩展至深部奥灰，上下贯通，预示突水通道进一步形成，突水风险加大。后采取顶板高压水射流切顶泄压及邻区疏水措施，避免了突水发生。

### 应用 3 开滦范各庄矿 12#陷落柱导水性监测评价

2018 年 6-12 月，开滦范各庄矿 2120 工作面微震监测查明，回采前、回采期间至回采结束一个月内，12#陷落柱附近未发生微震事件异常，陷落柱不导水，2018 年 11 月工作面已安全回采。

### 应用 4 内蒙唐家会矿

2019 年 1 月，唐家会矿 61303 工作面回采监测显示，切眼外部 200-260m 底板存在微震事件密集带，预测存在形成导水通道危险，据此施工井下水水平分支孔对奥灰顶部进行注浆加固，消除了一个突水隐患，目前工作面已安全回采。

### 应用 5 山西龙泉矿突水点注浆治理及回采安全性监测

2017 年 11 月-2019 年 3 月，配合山西龙泉矿 4301 工作面井下注浆堵水工程，进行了全过程微震监测研究。

注浆前，奥灰内微震事件条带状展布，指示奥灰水径流带及工作面底板垂向导水通道位置；

注浆期，2-1 孔注浆 2741t，依据奥灰微震事件分布情况，圈定了浆液扩散范围；

注浆后期，微震事件在浅部 50m 局部密集发育，发出底鼓预警，调整注浆压力、间歇注浆，解决了底鼓问题。

2018 年 9 月，注浆结束，减水 90%。2018 年 11 月，工作面复产。回采期间，监测微震事件全部在底板 30m 以浅，表明注浆效果良好。目前，已安全回采。

### 应用 6 区域治理注浆效果监测

2018 年 2-8 月，峰峰梧桐庄矿 182602 工作面区域治理期间，注浆干扰场微震监测显示，奥灰微震事件逐渐减少、范围缩小，治理效果不断显现。目前，工作面已安全回采。

### 应用 7 工作面底板注浆加固效果监测

东庞矿 9202c 工作面主采 9 号煤，下距奥灰 34m，采前进行底板预注浆加固。回采扰动场监测表明，微震事件只发生在底板 20m 以浅。显示加固效果良好，目前已安全回采。

#### 应用 8 葛泉矿工作面底板注浆加固效果监测及突水预警

2019 年 1 月 8 日，葛泉矿 1293 工作面回采扰动场监测到奥灰微震事件，发出出水预警；1 月 15-17 日，底板本溪灰岩层位微震事件由密集到稀少，显示注浆加固层局部失效、导水通道形成，1 月 18 日底板突水 290m<sup>3</sup>/h。

#### 应用 9 安徽皖北煤电恒源矿突水水源判别及注浆效果评价

2020 年 4 月 6 日，II 634 工作面底板出水 15m<sup>3</sup>/h，微震结合瞬变电磁查明，突水来自底板 30m 砂岩含水层，与奥灰水无关，圈定区域治理薄弱地段 1 处。

### 4. 经济社会效益：

项目技术在冀蒙晋皖四省区 14 个矿、33 个工作面推广应用，建成跨省区矿井水害微震监测预警平台。有效探明隐伏导水构造 15 处，预测突水 6 次，解放受水威胁煤炭资源 678 万吨，2017~2019 年新增产值 386250 万元，新增利税 48723 万元。课题技术效果良好，有效保护了矿区水资源，实现了安全、高效生产。

几年来，接待全国煤监系统、煤矿企业参观团队 70 余批，课题主研刘建功、李玉宝在全国煤监系统及省级煤矿防治水培训班做专题报告几十次。

2018 年 6 月，微震技术写入国家煤监总局颁布的《煤矿防治水细则》。

2018 年 6 月 20 日，国家煤矿安监局副局长桂来保，答记者问，指出“河北省受奥灰水严重威胁的矿井发展应用了地面区域治理技术和微震监测预警技术，基本控制和消除了奥灰水威胁。”

2018 年 11 月，建成“河北省矿井微震重点实验室”。

2018 年 12 月，建成第一家省级“煤矿水害风险预警系统”（政府版），河北省 19 个大水矿井全部接入系统，实现了微震、水位、排水量等三类水文数据的实时、连续监测、智能预警；2020 年 4 月，承建了安徽“淮矿煤业公司水害风险预警系统”（企业版）。

2019 年 7 月，国家能源局（国能综通科技[2019]58 号）批准，“煤矿水害微震监测数据采集及处理规范”列入行业标准计划。

2019 年 11 月 26 日，应急管理部副部长、国家煤监局党组书记、局长黄玉治来院调研，指示“冀中能源集团近年来在煤矿防治水方面开展了大量的工作，通过建立煤矿水害风险预警与防控系统，实现了产学研用的紧密结合，为煤矿安全生产提供了有效的技术保障”，“要进一步加大技术转化应用力度，推进微震技术产业化，逐步在全国推广应用这项先进技术。”

### 5. 主要知识产权及代表性论文专著目录：

#### 知识产权

序号	已授权专利名称	国家	授权号	专利权人	授权公告日	专利有效状态
1	煤矿开采中的水资源保护方法	加拿大	CA2945852	河北煤炭科学研究院有限公司	2019.02.18 授权	有效
2	钻孔注浆浆液空间扩散范围及路径描述方法	中国	ZL201511010704.8		2017.12.12 授权	
3	基于人工注液的地下水流场描述方法		ZL201510635846.7		2018.04.17 授权	
4	煤矿联合地震全息预测方法		ZL201610117163.7		2018.01.16 授权	

5	矿井三维地震全程地质勘探预测方法	ZL201610191231.4	2018.04.17 授权	有效
6	矿井水害微震监测数据处理软件	2019SR0276357	2019.03.10 登记	
7	矿井深部导水通道微震探查及注浆治理评价三维可视化软件	2019SR0277530	2019.03.10 登记	

论文

序号	论文(专著)名称	发表刊物(出版社)	年卷页码	发表(出版时间)	第一作者	全部国内作者
1	邢东矿深部带压开采导水裂隙带微震监测及突水机制分析	岩土力学	第 38 卷 第 8 期 2335-2342	2017.08	孙运江	孙运江, 左建平, 李玉宝, 刘存辉, 李彦红, 史月
2	基于经验小波变换的地震资料噪声压制方法	中国石油勘探	第 23 卷 第 5 期 100-110	2018 年 9 月	覃发兵	覃发兵, 徐振旺, 啜晓宇, 张小明, 郭乃川, 董玉文, 陈伟
3	Clustering-based stress inversion from focal mechanisms in microseismic monitoring of hydrofracturing	Geophysical Journal International	(2018) 215, 1887-1899	2018 年 09 月	陈筱青	陈筱青; 王润秋; 黄炜霖; 江勇勇; 尹陈

## 6. 主要完成人情况:

序号	姓名	技术职称	文化程度	工作单位	对成果创造性贡献	曾获科学技术奖励情况
1	张党育	正高	博士	河北煤炭科学研究院有限公司	项目总负责, 进行项目立项、隐伏构造探查及导水性研究、现场实验方案确定、矿井工程示范。	获得省部级一等奖 2 项、二等奖 5 项, 任中国煤炭学会第六届理事会理事, 煤炭工业技术委员会煤矿井工开采专家委员会委员。
2	刘建功	教授	博士	河北工程大学	项目负责, 主持制定研究路线, 技术方案制订。 主持矿井水害微震监测技术研发; 研发了保水采煤方法、全程	获得国家科学技术进步奖二等奖 3 项、省部级特等奖 1 项、一等奖 10 项、发明专利 11 项、出

					地质勘探方法、多源地质信息全息解释方法、人工干扰场微震监测方法等。	版专著 3 部，2012 年获河北省科学技术突出贡献奖。
3	啜晓宇	高工	博士	河北煤炭科学研究院有限公司	完成微震系统研发及数据分析。	获省部级一等奖 1 项。
4	贾靖	正高	硕士	河北煤炭科学研究院有限公司	负责现场施工管理及微震事件分析研究。 研发、提出深部高水压、厚隔水层、无显性构造条件下“下四带”突水模式；研发、形成微震数据采集、处理规范；组织区域治理技术研发、实施。	获得省部级奖励 7 项，编写河北省地方标准 2 件。
5	王希良	教授	博士	石家庄铁道大学	分析了深部开采煤层底板岩体不同应力分区裂隙动态分布及其演化规律，研究了超千米采深底板岩体破坏深度、应力扰动带深度范围及其水文地质意义，再现了岩体在高水压、高地应力、采动应力驱动下的裂纹萌生、扩展以及水压跟踪传递、形成导水通道的力学过程。	
6	李玉宝	正高	学士	河北煤炭科学研究院有限公司	项目负责，研发计划制订、组织实施。 研发提出大采深、高矿压、高水压、无显性构造条件下“下四带”突水模式； 提出隐性裂隙带、导水构造异常晕形成机制及探测方法； 研发了导水通道探查、回采突水危险性监测及注浆治理效果监测评价技术； 研究报告主笔。	获省部级一等奖 3 项、二等奖 5 项、国际专利 1 件、发明专利 10 件。
7	黄炜霖	副教授	博士	中国石油大学（北京）	1，提出了一种基于数学形态滤波的微地震数据低频噪音压制技术。2，提出了一种基于形态多尺度分解与重构的微地震弱信号识别技术。3，提出了一种基于模糊聚类算法的应力反演技术。	2018.12，入选中国科协“青年人才托举工程”（由中国科协资助）； 2018.09，入选中国石油大学（北京）“优秀青年学者”； 2018.08，获李四光优秀学生提名奖。

8	蒋勤明	正高	学士	冀中能源集团有限责任公司	负责现场项目施工管理及微震系统建立、微震事件分析研究。	获省部级一等奖4项，二等奖1项，三等奖3项。获中国职业安全健康协会科学技术奖一等奖1项，国家第六届安全生产科技奖二等奖1项。
9	赵立松	高工	学士	河北煤炭科学研究院有限公司	负责项目方案制定、资料整理及编写、项目组织实施、现场设备布置、数据处理工作。	获省部级一等奖1项。
10	崔焕玉	高工	学士	河北煤炭科学研究院有限公司	负责现场施工与管理，报告编写。	2010年以来，获河北省科技进步三等奖1项、中国煤炭工业学会一等奖1项、河北省煤炭工业行会一等奖2项、河北省煤炭工业行会二等奖1项。

## 7. 完成人合作关系说明及情况汇总表：

张党育；啜晓宇；贾靖；李玉宝；赵立松；崔焕玉等6名完成人，均为河北煤炭科学研究院有限公司员工。刘建功为河北工程大学教授。王希良为石家庄铁道大学教授。黄炜霖为中国石油大学（北京）副教授。蒋勤明为冀中能源集团有限责任公司副总工程师。上述10名完成人共同参与“深部导水通道探查与注浆治理效果监测评价技术”课题研发工作。特此说明。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同研发	张党育	2017.1-2019.1	深部导水通道探查与注浆治理效果监测评价技术	评价报告、查新报告	
2	共同研发	刘建功	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
3	共同研发	啜晓宇	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
4	共同研发	贾靖	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
5	共同研发	王希良	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
6	共同研发	李玉宝	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
7	共同研发	黄炜霖	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
8	共同研发	蒋勤明	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
9	共同研发	赵立松	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	
10	共同研发	崔焕玉	2017.1-2019.1		评价报告、查新报告	