

2025 年度山西省科学技术进步奖提名项目公示

一、项目名称：

煤矿隐蔽致灾地质因素“地-井-孔”协同探测技术研究

二、提名者及提名意见

提名者：华阳新材料科技集团有限公司

提名意见：

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合山西省科学技术奖励委员会办公室的填写要求。按照要求，我单位和项目完成单位都已对该项目的拟推荐情况进行了公示。

该项目针对阳泉矿区断层、陷落柱、富水区、采空区等隐蔽致灾地质因素“看不见、探不全、定位难”的问题，构建了“地-井-孔”协同探测技术体系，提出了可控源音频大地电磁法电分量综合处理与解释、主被动源地震联合探测、槽波全波场探测等精细探测关键技术，实现了隐蔽致灾地质因素的全空间透明化表征，有效突破了单一物探方法识别精度不足的局限。

项目授权发明专利 18 件、软件著作权 2 项，发表论文 27 篇、出版专著 1 部，牵头和参与制定行业及团体标准 3 项。成果在阳泉矿区开元、七元、平舒等多个矿井推广应用，地质构造验证准确率达 90% 以上，减少无效钻探工程量 50% 以上，减少报废巷道约 2900m，累计新增利润超 7000 万元、新增产值超 2.8 亿元、新增税收超 4000 万元，经济和社会效益显著。经山西省科技成果转化促进与数据监测中心组织评价，认为项目整体技术达到国际先进水平，对煤矿隐蔽致灾地质因素精细探测及行业科技进步具有显著推动作用。

对照山西省科学技术奖授奖条件，推荐提名该项目为山西省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

(1) 项目所属采矿选矿与安全工程之矿山工程技术领域，是科技部批准的 2018 年国家重点研发计划课题《隐蔽致灾体多方法综合探测智能识别及工程示范》的技术成果总结与提炼，课题牵头单位是华阳新材料科技集团有限公司，参与单位是华阳新材料科技集团有限公司、中国矿业大学（北京）、中煤科工西安研究院（集团）有限公司、长安大学、中国煤炭地质总局地球物理勘探研究院（北京中煤地地球物理勘探研究院有限责任公司）、中国矿业大学。

(2) 针对阳泉矿区在安全生产过程中面临的隐蔽致灾地质因素“看不见、探不全、定位难”的问题，结合地面物探技术、井下巷道物探技术、井下钻孔物探技术，构建多物理场协同探测体系，分析不同类型隐蔽致灾地质因素的地球物理响应特征，注重多源数据协同互补与联合解释，建立了面向阳泉矿区不同矿井、

不同地质环境的优化组合物探技术体系，突破了单一物探方法难以全面识别煤矿复杂地质特征的局限，形成了多项关键技术成果，实现了隐蔽致灾地质因素从地面、井下巷道到井下钻孔的全空间“透明化”表征，提高了隐蔽致灾地质因素的识别精度。

（3）项目揭示了隐蔽致灾地质因素的地球物理响应机理与规律，提出了可控源音频大地电磁法（CSAMT）电分量数据综合处理与解释、主被动源地震联合探测、槽波全波场探测等方法，创新了隐蔽致灾地质因素精细探测关键技术；基于孔震联合、属性融合技术，通过各向异性反演成果约束的高精度仿真力学模拟，实现了地应力集中区和冲击地压危险区预测；建立了“地-井-孔”协同探测模式，采用地面指导、井巷约束、孔中验证的技术流程，实现了探测信息在不同尺度间的闭环传递与交叉校核，提高了隐蔽致灾地质因素识别的可靠性。

（4）研究发表了 27 篇论文，出版了 1 部专著，授权了 18 件国家发明专利、2 项软件著作权，牵头编制了 1 项行业标准、1 项团体标准，参与编制 1 项行业标准。

（5）该成果在阳泉矿区进行了应用，地质构造验证准确率达 90%以上，经济和社会效益显著，对类似地质条件煤矿开采具有重要引领和示范作用。

四、 客观评价

本项目经山西省科技成果转移转化促进与数据监测中心组织科技成果评价，评价意见认为项目整体技术达到国际先进水平，对煤矿隐蔽致灾地质因素精细探测及行业科技进步具有显著推动作用。项目围绕阳泉矿区复杂地质条件下断层、陷落柱、富水区、采空区等隐蔽致灾因素识别难题，形成了多方法综合探测与“地—井—孔”协同探测技术体系，取得了论文、专著、发明专利、软件著作权和技术标准等系列成果。相关成果已在阳泉矿区多个矿井推广应用，地质构造验证准确率达 90%以上，取得了显著的经济效益和社会效益。

五、 推广应用情况

（1）项目研究成果在阳泉矿区所属的开元、七元、平舒、榆树坡、泊里、景福、平兴、新景等矿进行了应用，同时在阳泉矿区所属的 7 个矿区进行了推广。

（2）阳泉矿区在煤矿隐蔽致灾地质因素“地-井-孔”协同探测技术的支撑下，成功实现了断层、陷落柱、富水区等隐蔽致灾地质因素的精准预测，减少无效钻探工程量 50%以上，减少因隐蔽致灾地质因素破坏而导致的报废巷道约 2900m，累计新增利润超 7000 万元，累计新增产值超 2.8 亿元，累计新增税收超 4000 万元，安全生产形势持续向好，生产效率显著提升。

六、 主要知识产权证明目录

申请专利 18 件

授权项目名称	知识产权类别	国（区）别	申请号	授权号
融合 Res-50 与 CBAM 的地震断层自动识别方法	发明专利	中国	CN202310217482.5	ZL202310217482.5
一种基于一维卷积门控循环网络的储层孔隙度预测方法	发明专利	中国	CN202311654756.3	ZL202311654756.3
利用全波形反演获取粘弹性介质弹性参数的方法及装置	发明专利	中国	CN202110581168.6	ZL202110581168.6
一种煤矿井下盾构机掘进路线选择方法	发明专利	中国	CN202011400123.6	ZL202011400123.6
含煤岩系非常规气储层地球物理识别方法及装置	发明专利	中国	CN202011206686.1	ZL202011206686.1
一种基于深度学习的地震速度自动拾取方法	发明专利	中国	CN202011149432.0	ZL202011149432.0
一种基于随机森林回归的声波曲线生成方法	发明专利	中国	CN201910556061.9	ZL201910556061.9
一种基于幂律频变 Q 效应的 VTI 黏弹性波方程数值模拟方法	发明专利	中国	CN202311437168.4	ZL202311437168.4
一种煤田地震解释软件中添加已知地质信息的处理方法	发明专利	中国	CN202111611557.5	ZL202111611557.5
一种深度域地震的相关系数获取方法、系统及电子设备	发明专利	中国	CN202210342682.9	ZL202210342682.9
一种利用三维地震指导煤矿岩巷快速掘进方法及系统	发明专利	中国	CN202310387644.X	ZL202310387644.X
一种基于折射波周期振幅衰减的薄煤带探测方法及系统	发明专利	中国	CN202111434047.5	ZL202111434047.5
煤中吸附性甲烷的密度测量方法	发明专利	中国	CN202010905291.4	ZL202010905291.4
一种基于三维地震与槽波资料的煤层横波速度的求取方法	发明专利	中国	CN202010672536.3	ZL202010672536.3

授权项目名称	知识产权类别	国（区）别	申请号	授权号
基于折射纵波与高频槽波的煤层纵横波速度求取方法	发明专利	中国	CN202010512087.6	ZL202010512087.6
一种煤岩界面折射波的多阶折射时间求取方法	发明专利	中国	CN202210907743.1	ZL202210907743.1
一种基于岩性反演数据体快速预测煤层厚度的方法	发明专利	中国	CN202110430762.5	CN202110430762.5
基于人工智能的三维地震构造自动解释系统	发明专利	中国	CN202411307188.4	CN202411307188.4

登记软件著作权 2 项

序号	著作权人	软件著作权名称	登记号	授权日期	状态
1	中国矿业大学（北京）	断裂智能识别系统 V1.0	2024SR2216677	2024 年 12 月 27 日	已授权
2	中国矿业大学（北京）	煤系地层测井曲线校正软件 V1.0	2018SR193184	2018 年 3 月 22 日	已授权

形成技术标准（行业标准、企业标准）3 项

序号	编制人员	标准名称	标准类型	状态
1	刘最亮等	煤矿井下回采工作面折射波探测技术规程	团体标准	发布
2	刘最亮等	回采工作面无线电波透视方法	行业标准	送审稿
3	刘最亮等	煤炭可控源音频大地电磁测深法技术规程	行业标准	发布

出版专著 1 项

专著名称	作者	状态
叠后波阻抗反演综合应用模式—以阳泉矿区为例	师素珍、彭苏萍、刘最亮 著	已发表

七、 主要完成人情况

刘最亮、师素珍、齐振洪、王季、杨智华、张继锋、张新、罗忠琴、

序号	姓名	职称	文化程度 (学位)	工作单位	对成果创造性贡献
1	刘最亮	高级工程师	硕士	华阳新材料科技集团有限公司	项目负责人，组织项目总体技术方案制定、实施和研究报告编制，统筹现场试验、工程示范及成果推广应用
2	师素珍	教授	博士	中国矿业大学（北京）	主要技术骨干，在项目技术体系构建、关键方法研发、成果凝练和学术成果产出中发挥重要支撑作用
3	齐振洪	高级工程师	学士	华阳新材料科技集团有限公司	主要负责矿区地质资料整理、现场试验组织、生产应用协调及探采对比验证等工作，参与项目总体实施和工程示范
4	王季	研究员	博士	中煤科工西安研究院（集团）有限公司	负责透射槽波全波场综合探测技术研究，开展煤层折射波传播规律、槽波与折射波联合成像及综合解释方法研究
5	杨智华	高级工程师	硕士	华阳新材料科技集团有限公司	主要负责项目方案实践、现场协调、试验组织和应用验证，参与研究报告编制及成果推广工作
6	张继锋	教授	博士	长安大学	提出基于电场分量的煤炭可控源音频大地电磁数据处理与解释方法

序号	姓名	职称	文化程度 (学位)	工作单位	对成果创造性贡献
7	张新	高级工程师	学士	华阳新材料科技集团有限公司	参与项目方案实践、现场协调、资料整理、应用验证和研究报告编制工作
8	罗忠琴	高级工程师	硕士	中国煤炭地质总局地球物理勘探研究院	负责主动、被动源地震资料联合探测核心技术攻关

八、 主要完成单位及创新推广贡献：

华阳新材料科技集团有限公司：项目第一完成单位、项目负责单位和主要推广应用单位，全面负责项目总体设计、组织实施、现场试验、工程示范、成果凝练和推广应用。围绕阳泉矿区断层、陷落柱、富水异常体、瓦斯异常带、采空区等隐蔽致灾地质因素精细探测需求，组织开展多方法协同探测技术研究，提供矿井地质资料、采掘揭露资料、工程试验条件和生产验证场景，推动研究成果在新元、平舒等典型工作面落地应用。重点参与并推动了“地一井一孔”协同探测模式构建，组织实施了井下钻孔瞬变电磁法沿掘进方向超前探测、孔巷联合无线电波透视法探测等关键技术应用，实现了探测信息在地面、井巷、钻孔不同尺度间的闭环传递和交叉校核，显著提高了隐蔽致灾地质因素识别精度和成果可靠性，为项目工程化应用和矿区推广发挥了核心支撑作用。

中国矿业大学（北京）：作为项目主要研发单位之一，重点承担宽方位三维地震勘探、叠后波阻抗反演综合应用模式及冲击地压危险区预测等关键技术研究。围绕阳泉矿区煤系地层构造复杂、煤层及顶底板岩性变化快、煤层厚度和围岩条件预测难等问题，开展三维地震精细解释、属性分析、波阻抗反演、孔震联合约束和地震地质综合解释研究，形成了面向煤层厚度、顶板岩性、夹矸、冲刷带、构造煤及巷道围岩条件识别的综合预测方法。相关成果提升了煤系地层精细解释、煤层及顶底板条件预测和冲击危险性评价的技术水平，为项目核心创新成果形成提供了重要理论和技术支撑。

中煤科工西安研究院（集团）有限公司：作为项目主要研发单位之一，重点承担透射槽波全波场综合探测技术与工程应用。针对传统透射槽波探测主要服务于工作面构造解释、难以满足顶板岩性变化、煤层裂隙破碎带及多类型隐蔽致灾因素综合识别需求的问题，系统开展槽波与煤层折射波传播机理、响应特征、成像方法和联合解释技术研究，形成了基于槽波与折射波全波场信息的综合探测

方法。通过总结断层、陷落柱、围岩破碎、顶板岩性变化和裂隙破碎带等异常体的波场响应规律，推动槽波探测由单一构造识别向构造、围岩破碎和顶底板异常等多类型地质因素分类解释拓展，为槽波全波场探测技术形成、工程验证和推广应用作出了重要贡献。

长安大学：作为项目主要研发单位之一，重点承担煤炭可控源音频大地电磁法数据处理解释及煤系地层富水区、采空区边界识别等关键技术研究。针对传统 CSAMT 资料处理中磁场分量易受干扰、深度解释精度不足、富水异常边界刻画不清等问题，提出了基于电场分量的煤炭可控源音频大地电磁数据处理和解释方法，形成了电场单分量解释技术及煤系地层富水区、采空区边界识别算法。通过该技术划分了 4 处富水区异常边界和 2 处采空区边界，采空区边界与已知采空区边界基本吻合，误差不超过 30m，并对相关地质层位进行了综合解释。相关成果有效提升了深部富水异常体、采空区边界及煤系地层电性界面的识别精度，为 CSAMT 电分量解释技术创新和推广应用作出了重要贡献。

中国煤炭地质总局地球物理勘探研究院(北京中煤地地球物理勘探研究院有限责任公司)：作为项目主要研发单位之一，重点承担主动源、被动源地震资料联合探测核心技术攻关。针对山区、黄土塬区地震资料信噪比低、煤系地层起伏刻画偏差大、深部构造成像精度不足和采空区边界识别困难等问题，创新形成了被动源构建浅表层速度场、钻井约束校正、三维地震协同迭代优化的联合建模方法，配套叠前深度偏移成像和多源一体化精细处理解释流程，有效改善了复杂地表条件下地震资料品质和深部构造成像效果。相关技术显著提升了复杂地质条件下煤系地层、断裂构造、岩性变化和采空区的地震识别精度，为主被动源地震联合探测技术创新及项目成果在复杂地质条件区域煤炭精细勘探中的落地应用提供了关键技术支撑。

中国矿业大学：作为项目参与研发单位之一，重点承担地应力集中区预测和基于裂隙分布的瓦斯富集区间接预测等技术研究。围绕阳泉矿区深部开采过程中地应力分布复杂、局部应力集中区识别难、瓦斯富集与裂隙发育关系不清等问题，开展地震属性分析、裂隙发育特征识别、应力场响应分析及多源信息综合预测研究，建立了地应力集中区预测和裂隙分布约束下瓦斯富集区间接识别方法。相关成果提高了矿井动力灾害和瓦斯异常区的预测精度，为隐蔽致灾地质因素综合识别和矿井安全生产提供了重要技术支撑。

九、完成人合作关系说明：

刘最亮、师素珍、齐振洪、王季、杨智华、张继锋、张新、罗忠琴共同申请 2025 年度山西省科学技术进步奖，奖项名称为《煤矿隐蔽致灾地质因素“地-井-孔”协同探测技术研究》，各成员相互协作共同完成本项目研究工作，现说明如下：

(1) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司刘最亮、中国矿业大学（北京）师素珍共同发表论文《基于多变量 LSTM 网络的 K2 灰岩富水区预测——以阳泉泊里矿区为例》、《Tunneling route prediction of shield machine based on random forest P-wave generation》、《Seismic inversion-based prediction of the elastic parameters of rocks surrounding roadways: a case study from the Shijiazhuang mining area of North China》, 申请专利《一种煤矿井下盾构机掘进路线选择方法》、发表专著《叠后波阻抗反演综合应用模式——以阳泉矿区为例》

(2) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司刘最亮、张新和中国矿业大学（北京）师素珍共同发表论文《基于测井约束反演的阳泉新景矿区 K2 下灰岩精细刻画》。

(3) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司张新和中国矿业大学（北京）师素珍共同发表论文《级联反演在煤矿盾构机掘进路线优化中的应用》。

(4) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司刘最亮和长安大学张继锋共同发表论文《E-Ex 广域电磁法横向约束反演》、《电磁法在煤矿水害隐患探测方面的综述》、《基于电性标志层识别的瞬变电磁精准处理技术》。

(4) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司刘最亮、张新和长安大学张继锋共同发表论文《基于 CSAMT 电场分量的电性标志层深度校正技术及应用》。

(5) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司刘最亮和中煤科工西安研究院（集团）有限公司王季共同发表论文《Seismic time-lapse monitoring of gas drainage in an underground coalworking face》、申请专利《基于折射纵波与高频槽波的煤层纵横波速度求取方法》。

(6) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司刘最亮和中国煤炭地质总局地球物理勘探研究院罗忠琴共同申请专利《一种利用三维地震指导煤矿岩巷快速掘进方法及系统》、《一种基于岩性反演数据体快速预测煤层厚度的方法》、《一种基于三维地震与槽波资料的煤层横波速度的求取方法》。

(7) 项目完成人华阳新材料科技集团有限公司刘最亮、齐振洪、杨智华、张新，中国矿业大学（北京）师素珍，中煤科工西安研究院（集团）有限公司王季，中国煤炭地质总局地球物理勘探研究院罗忠琴、长安大学张继锋合作完成的《煤矿隐蔽致灾地质因素“地-井-孔”协同探测技术研究》项目由山西省科技成果转移转化促进与数据监测中心成果鉴定晋科促（评价）字[2025]第 042 号，整体技术达到国际先进水平，对本行业科技进步具有显著推动作用。

综上，项目完成人之间具有长期的合作关系，共同进行了本项目关键理论与技术研究，8 位完成人对完成单位及完成人排名无异议。