

东北大学作为参与单位提名 2024 年度山西省科学技术进步奖项目

公示材料

项目名称：大延深特殊态铁矿山隐伏空洞体智能识别与防治技术研发与应用

提名者：太原钢铁（集团）有限公司

提名意见：矿产资源作为人类赖以生存与发展的物质基础，是国家经济高速发展的重要基石。国内众多矿山均遭受地下隐伏空洞体的危害。据国务院新闻办发布的数据，我国通过隐蔽致灾普查已查出空洞体达数十万个，矿山生产安全形势十分严峻。项目面向安全发展需求，成功研发出隐伏空洞体智能识别技术，一次钻探不提钻扫描技术，空洞体定向精准切割技术与岩石微破裂声波信号精准识别技术，近 3 年新增产值超过 6 亿元，新增利润接近 2 亿元，整体技术达到国内领先水平。该项目获授权发明专利 3 件，获授权实用新型专利 2 件，发表高水平论文 8 篇，形成了具有自主知识产权的原创性成果，在全国范围内解决了隐伏空洞体探测、处理与防治的行业难题，极大的提高了存在隐伏空洞体的矿山安全生产水平。

项目简介：

针对露天铁矿山资源整合遗留的垂深达数百米的大延深和几何形态复杂的特殊态且伴有充水灾害的隐伏空洞体，传统的探测及扫描方法无法适用，部分空洞体由于应力变化或外力因素导致顶板不稳定，导致采空区探测、处理、观看难度大，给采矿安全生产产生巨大隐患。为解决这一难题，经过近 9 年时间产学研联合攻关，在隐伏空洞体智能识别、精准爆破处理与精确预警等方面解决了行业技术难题，主要技术创新如下：

- 1、基于卷积神经网络的空洞体物探异常智能识别和多层空洞体一次性钻探不提钻扫描建模技术，实现了露天铁矿山中隐伏空洞体零遗漏识别，系统地解决了多层空洞体无法一次性探查的技术难题；

- 2、研发了空洞体顶板瞬时胀裂定向精准切割技术，研制了单裂面瞬时胀裂

器，解决了爆破处理后空洞体无法完全充实的难题；

3、开发了强干扰条件下岩石微破裂声波信号的精准识别与定位技术，实现了岩石微动信息的精准提取，达到了空洞体失稳实时监测与超前预警的目的。

该项目拥有授权发明专利3件，实用新型专利2件，发表高水平论文8篇，形成了具有自主知识产权的原创性成果，在全国范围内解决了隐伏空洞体探测、处理与防治的行业难题，该技术已成功应用于山西袁家村铁矿等大型矿山，极大的提高了存在隐伏空洞体的矿山安全生产水平。

客观评价：

1. 评价结论

2024年12月15日山西省金属学会组织对《大延深特殊态铁矿山隐伏空洞体智能识别与防治技术研发与应用》进行成果评价，经与会专家评审，一致认为该项成果整体研究水平达国内领先。

2. 查新检索结论

由国家一级科技查新咨询单位冶金工业信息标准研究院出具的《科技查新报告》表明，本项目建立的充水采空区异常人工智能精准识别技术、多层充水采空区一次性钻探不提钻扫描精准建模技术、采空区顶板变形破坏动态感知与失稳超前预警技术等具有新颖性。

推广应用情况：

项目在山西、河南与广东等省大型矿山进行了应用，其中在太钢集团岚县矿业有限公司近3年新增产值超过6亿元，新增利润接近2亿元，实现了隐伏空洞体国内探测、处理与防治技术领先，有力保障了矿山企业安全生产。

主要知识产权和论文等目录：

序号	知识产权类别	知识产权名称/论文名称	专利号/刊物名称	权利人	发明人/作者	有效状态
1	发明专利	一种基于多分量梯度数据联合和深度加权的相关成像方法	ZL201910783319.9	东北大学	侯振隆，郑玉君	有效

2	发明专利	一种适用于露天铁矿采场的高密度电阻率法电极	ZL201910880036.6	东北大学	宋坤, 郭凯, 王恩德, 付建飞, 贾三石, 尤欣慰, 马思顺	有效
3	论文	露天铁矿潜水型空区探测技术研究	安全与环境学报 2018 (12)	东北大学 辽宁省建筑设计研究院有限责任公司	贾三石, 王恩德, 付建飞, 赵东阳, 门业凯	--
4	论文	深凹露天铁矿隐伏空区三维激光探测技术方法应用研究	安全与环境学报 2019 (10)	东北大学	贾三石, 付建飞, 门业凯, 郭凯, 吉威风	--
5	论文	基于模糊数学的露天铁矿采空区地球物理探测评价研究	金属矿山 2020 (1)	东北大学	贾三石, 付建飞, 王恩德, 郭凯, 门业凯	--

主要完成人情况:

姓名	排名	工作单位	职务/职称	主要贡献
门业凯	2	东北大学	讲师	空洞体物探技术方案的制定、实施, 空洞体物探正反演技术的优化, 空洞体异常识别技术的优化, 项目贡献度 40%, 撰写了 3 篇论文。
侯振隆	7	东北大学	副教授	空洞体物探异常解译识别, 反演技术优化, 项目贡献度 15%, 形成了 1 项专利。
王恩德	8	东北大学	教授	空洞体物探技术设计、优化, 异常识别技术的优化, 形成了 1 项专利, 撰写了 2 篇论文, 项目贡献度 15%。

主要完成单位及创新推广贡献 (按单位排序写):

单位名称: 东北大学

排名: 第 2 名

创新推广贡献: 共同参与对空洞体智能识别技术的研发, 首次将基于卷积神经网络的语义分割技术引用到空洞体地球物理探测领域中, 采用建立的充水空洞体探测模型正演结果训练卷积神经网络异常智能识别模型, 达到智能识别出充水空洞体异常位置和范围的目的, 实现现场探测大量数据结果的批量、快速、准确分析。该技术不仅提高了探测结果分析效率, 还消除了人工异常识别中误报漏报现象, 满足矿山空洞体无遗漏探测的要求。采用基于卷积神经网络的充水空洞体

智能识别技术的应用实现了地下50米范围内跨度5米以上的充水空洞体无遗漏探测，异常识别精度误差±2m。

完成人合作关系说明：

- 1、白俊与门业凯通过产业合作方式进行合作，双方合作签订了《太钢袁家村铁矿2021年第一阶段采空区物探合同》《太钢袁家村铁矿2020年第一阶段采空区物探合同》等为本项目共同开展研究；
- 2、白俊与侯振隆通过产业合作方式进行合作，双方合作签订了《太钢袁家村铁矿2021年第一阶段采空区物探合同》《太钢袁家村铁矿2020年第一阶段采空区物探合同》等为本项目共同开展研究；
- 3、白俊与王恩德通过产业合作方式进行合作，双方合作签订了《太钢袁家村铁矿2021年第一阶段采空区物探合同》《太钢袁家村铁矿2020年第一阶段采空区物探合同》等为本项目共同开展研究；
- 4、门业凯与王恩德通过论文合著方式进行合作，合著论文发表刊物《金属矿山》（总第523期）题目“基于模糊数学的露天铁矿采空区地球物理探测评价研究”与《安全与环境学报》2018年第18卷第6期题目“露天铁矿潜水型空区探测技术研究”。