公示信息（309-4036）

一、 **项目名称：**

煤矿井下人员多模态感知与安全防控关键技术及应用

二、 **提名者及提名意见**

提名单位：陕西省煤炭学会

提名意见：

项目面向煤矿井下安全生产的迫切需求，依托西安电子科技大学智能感知与图像理解教育部重点实验室，联合西安重装伟肯电气有限责任公司、西安科技大学、中煤科工信息技术有限公司等单位，产学研用协同攻关，针对井下完全无自然光、设备照明覆盖范围小、照度低且均匀性差等极端恶劣环境导致的视频图像质量严重退化问题，在低照度视频图像增强、多模态图像融合、异常目标识别与动态跟踪等方面取得了关键技术突破，自主研发了井下隔爆兼本安型图像采集设备、井下边缘视频处理设备、便携式风险隐患防控智能终端、智能化视频管控平台等系列化装备与系统，实现了井下视频监控核心设备的国产化替代。项目成果已在陕西、内蒙古等多个省区的煤矿企业推广应用，显著提升了井下人员安全监控的智能化水平，取得了显著的经济和社会效益。根据《陕西省科学技术厅关于做好2026年度省科学技术奖提名工作的通知》，参照陕西省科学技术进步奖评定条件和评定标准，**提名该项目参评陕西省科学技术三等奖。**

三、 **项目简介**

本项目面向煤炭井下作业的人员安全保障需求， 以国家“安

全第一、预防为主”的方针为导向，以图像处理、多模态融合和目标异常检测与跟踪技术为核心，依托西安电子科技大学智能感知与图像理解教育部重点实验室，联合西安重装伟肯电气有限责任公司，西安科技大学，中煤科工集团信息技术有限公司等单位共同开展研发，围绕多模态感知增强、精准跟踪与智能化视频监控技术体系开展研究，旨在突破煤矿井下“看不清、跟不准、管不精”的技术瓶颈，提升我国煤矿井下人员安全防控的智能化水平。

我国的能源禀赋决定了煤炭资源仍在我国能源结构中占据主导地位， 煤炭开采也是陕西省的支柱产业之一(2023-2025 年，全年原煤产量达到 23.46 亿吨，位列全国第三)。我国煤炭开采条件极其复杂，井下作业一旦发生事故，会产生严重的经济损失和不良的社会影响。智能视频分析技术通过对井下视频数据的实时监测与深度解析，能够敏锐捕捉并及时预警不安全行为、潜在危险状况及事故隐患，为管理者提供强有力的决策支持。这一创新应用极大地增强了事故预防能力， 有效保障作业人员的生命安全与生产的连续稳定运行。

煤炭井下区域存在复杂环境导致图像质量严重退化、矿工着装高度统一/巷道密集遮挡导致跟踪频繁丢失、智能化视频监控技术体系尚不完善且缺乏统一的技术标准规范的瓶颈问题，亟需在“低质图像增强与多模态协同感知、多维度特征关联精准跟踪、井下安全保障智能化视频监控技术体系构建及煤矿安全监控系统通用技术要求标准制定”等关键核心技术方面开展研究工作。 项目依托

多项标准制订与修订工作， 在井下视频图像质量增强技术、面向井下语义分析的视频融合技术、井下异常目标识别与跟踪技术等方面取得了突破， 形成了以多模态感知与跟踪技术为核心的井下隔爆兼本安型图像采集设备、井下边缘视频处理设备、便携式风险隐患防控智能终端以及井下安全保障智能化视频管控平台等产品和系统，实现国产化替代，提升了我国煤炭行业的技术自主权和安全性。

四、 客观评价

本项目面向煤矿井下人员安全保障的重大需求，针对井下完全无自然光、照度低且均匀性差等极端恶劣环境导致的感知与跟踪难题，开展了多模态感知跟踪与安全防控关键技术研究，形成了从多模态感知到目标跟踪再到安全防控的完整技术链条。

在技术创新方面，项目突破了低照度视频图像增强、可见光-红外多模态融合、复杂环境下多目标精准跟踪等关键技术瓶颈。其中，基于多任务联合训练的多目标跟踪方法、基于深度卷积特征分层响应融合与自适应集成的目标跟踪算法，有效解决了井下粉尘遮挡、光照不足等条件下的目标丢失与跟踪漂移问题；基于多分类器交互学习的语音情感识别方法，实现了从单一视觉感知向“视觉+听觉”多模态协同感知的拓展。

五、 代表性知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权（标准）	知识产权（标准）具体名称	国家（地	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日	证书编号（标准批	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）

	类别		区）		期	准发布部门）		
1	发明专利	基于深度学习及多任务联合训练的多目标跟踪方法	中国	ZL202210107826.2	2024年11月26日	第7553779号	西安电子科技大学	郭雨薇，范林玉，高宇鹏，杜佳勃
2	发明专利	一种井下人员行为安全监督管理系统	中国	ZL202110160885.1	2023年2月14日	第5738474号	西安重装伟肯电气有限责任公司	李弘，张向东，杜成林，靳军，邢学军，刘宁，高函
3	发明专利	一种井下输煤图像的图像增强方法	中国	ZL201910905542.6	2023年02月24日	第5749958号	西安科技大学	杜京义，郝乐，杨若楠，陈宇航，汶武，董刚，李晓鹏，陈乃健，乔杰，闫爱军，王佳程，陈康
4	发明专利	基于多模态成像分析的煤矸石分选系统	中国	ZL202111531791.7	2023年10月17日	第6402869号	中煤科工集团信息技术有限公司	王海军，陶伟忠，胡小刚，张泽江，张博，张小勇，李永博

5	发明专利	一种用于煤矿的精确监测人员进出的方法	中国	ZL201910186673.3	2022年12月27日	第5666701号	西安科技大学	杜京义，郝乐，靳军，王西超，刘亚,郑武平，杨若楠，汶武,陈宇航，胡伟杰，井萌
6	发明专利	基于多分类器交互学习的语音情感识别方法	中国	ZL202011623065.3	2020年12月31日	第5669716号	西安电子科技大学	谷裕，梁雪峰，周颖，尹义飞，韩迎萍，姚龙山
7	发明专利	基于样本组合和深度检测网络的运动	中国	ZL201811004598.6	2018年8月30日	第4657288号	西安电子科技大学	田小林，李芳，荀亮，李帅，焦李成
8	发明专利	基于深度卷积特征分层响应融合的目标跟踪方	中国	ZL201910341675.5	2019年4月26日	第4977558	西安电子科技大学	田小林，李娇娇,荀亮，李芳，李帅
9	论文	Visible-Infrared Person Re-identification with Region-based	中国	Scientific Reports	2025年5月25日	15（2025）18225	西安电子科技大学	郭雨薇，张文豪，焦李成，王爽，王硕，刘芳
10	标准	煤矿智能视频监控系统通用技术条件	中国	ICS 73.100.99 D 98	2021年12月21日	T/CCS 021—2021	西安重装伟肯电气有限责任公司	

六、 主要完成人情况

排名	姓名	技术职称	工作单位
1	郭雨薇	副教授	西安电子科技大学
2	杜京义	教授	西安科技大学
3	田小林	教授	西安电子科技大学
4	刘宁	高工	西安重装伟肯电气有限责任公司
5	张向东	高工	西安重装伟肯电气有限责任公司
6	谷裕	副教授	西安电子科技大学
7	胡小刚	中级	中煤科工集团信息技术有限公司

七、 主要完成单位情况

排名	单位名称
1	西安电子科技大学
2	西安重装伟肯电气有限责任公司
3	西安科技大学
4	中煤科工集团信息技术有限公司

八、 完成人合作关系说明

郭雨薇、杜京义、田小林、刘宁、张向东、谷裕、胡小刚共同参与陕煤科研项目“煤矿井下人员规范操作智能化视频监控系统”的研发工作。

刘宁、张向东共同申请发明专利《一种井下人员行为安全监督管理系统》。