

2026 年度陕西省科学技术进步奖公示信息

项目名称			基于遥感影像的灾害智能检测关键技术与应用						
提名者			陕西省知识产权局						
提名意见									
我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，并按照要求对该项目的基本情况进行了公示，公示期间无异议。 根据《陕西省科学技术厅关于 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进步奖二等奖。									
主要完成人情况									
排名	姓名	技术职称	工作单位				完成单位		
1	李卫斌	教授	西安电子科技大学				西安电子科技大学		
2	王蓉芳	副教授	西安电子科技大学				西安电子科技大学		
3	任仲乐	副教授	西安电子科技大学				西安电子科技大学		
4	韩志雄	高级工程师	陕西省煤田地质集团有限公司				陕西省煤田地质集团有限公司		
5	沙峰	高级工程师	陕西省军民融合信息中心				陕西省军民融合信息中心		
6	杨晓磊	高级工程师	陕西省煤田地质集团有限公司				陕西省煤田地质集团有限公司		
7	冯西会	正高级工程师	陕西省煤田地质集团有限公司				陕西省煤田地质集团有限公司		
主要完成单位									
排名	单位名称								
1	西安电子科技大学								
2	陕西省煤田地质集团有限公司								
3	陕西省军民融合信息中心								
主要知识产权和标准规范等目录									
序号	知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态

1	发明专利	一种基于轻量化卷积神经网络和双注意力的自动识别滑坡方法、系统、设备及介质	中国	ZL 2023 1 0218039.X	2025 年 06 月 13 日	7996775	西安电子科技大学	李卫斌; 孔玉辉; 安炳贞; 王蓉芳; 刘若辰; 尚保卫	授权
2	发明专利	基于注意力机制和多模态表征学习的滑坡识别方法及系统	中国	ZL 2021 1 1496192.6	2025 年 05 月 02 日	7911747	西安电子科技大学	王蓉芳; 魏浩江; 李卫斌; 刘若辰; 刘波;尚 荣华;郝 红侠	授权
3	发明专利	一种基于对比自监督学习的 SAR 影像跨分辨率语义分割方法、系统、设备及介质	中国	ZL 2024 1 1200836.6	2025 年 09 月 26 日	8298844	西安电子科技大学	任仲乐; 高树林; 侯彪;李 卫斌;焦 李成	授权
4	发明专利	基于自监督拼图学习的 SAR 图像地物分类方法	中国	ZL 2022 1 1374754.4	2025 年 07 月 29 日	8118282	西安电子科技大学	鲁一鸣; 任仲乐; 侯彪;任 博;杨晨; 焦李成	授权
5	发明专利	基于分布和结构匹配生成对抗网络的 SAR 图像地物分类方法	中国	ZL 2018 1 1179820.6	2020 年 05 月 29 日	3816997	西安电子科技大学	侯彪;任 仲乐;吴 倩;焦李 成;马晶 晶;马文 萍;王 爽;白静	授权
6	发明专利	一种基于改进的 Segformer 网络与遥感影像的地表水水体提取方法、系统、设备及介质	中国	ZL 2023 1 0617074.9	2025 年 08 月 05 日	8132532	西安电子科技大学	李卫斌; 秦晨浩; 张天一; 毛鑫	授权
7	发明专利	基于掩码增强和自注意力机制的无监督域自适应 SAR 影像的水体提取方法、系统、设备及介质	中国	ZL 2023 1 0977795.0	2025 年 07 月 29 日	8113219	西安电子科技大学	陈亚涵; 任仲乐; 侯彪;王 凯;罗星 宇;任博; 杨晨;焦 李成	授权

8	发明专利	基于金字塔池化孪生网络的 SAR 图像变化检测方法	中国	ZL 2019 1 0635704.9	2023 年 07 月 04 日	6113405	西安电子科技大学	王蓉芳; 丁凡; 陈佳伟; 刘波; 郝红侠; 尚荣华; 熊涛	授权
9	发明专利	基于整型推理量化 CNN 的 SAR 图像变化检测方法	中国	ZL 2020 1 1407382.1	2023 年 04 月 07 日	5868255	西安电子科技大学	王蓉芳; 王良; 陈佳伟; 尚荣华; 焦李成; 冯婕; 刘波	授权
10	发明专利	基于深度共享表示的 SAR 图像变化检测方法	中国	ZL 2019 1 0365671.0	2021 年 09 月 10 日	4669694	西安电子科技大学	王蓉芳; 王卫东; 郝红侠; 陈佳伟; 熊涛; 冯婕; 尚荣华; 王能国	授权
客观评价									
项目成果发表于 IEEE TGRS、JSTARS、GRSL、IGARSS、Remote Sensing 等国内外期刊和会议，截至 2026 年 7 月，代表性论文累计被引用超过 1000 次，单篇最高引用 60 次。西安邮电大学宁海龙等在中科院一区 TOP 期刊 TGRS 发表论文，肯定了本项目 CSW-SAM 方法利用 SAM2 正、负点击提示进行高分辨率水体提取的有效性；复旦大学杨毅等在 TGRS 发表论文，评价本项目多图像因素自监督学习方法能够促进定向特征学习、获取泛化特征，并在少量标注条件下提升 SAR 像素级地物分类性能。相关公开学术评价表明，项目成果具有较好的同行认可度和学术影响力。 项目成果已在陕煤田地质集团、西安煤航等十多家单位实际应用，应用单位普遍认为，项目形成的多源遥感处理、灾害智能识别、变化检测及 SAR/InSAR 形变监测等技术运行稳定、能够满足实际业务需求，有效扩大了灾害调查和监测范围，减少人工判读和重复数据处理，提高了异常目标识别、动态监测、专题成果生产及系统集成效率，具有较好的实用性、复用性和推广应用价值。此外，相关技术在渭河流域生态环境监测中提高了多时相遥感影像处理和地物信息提取效率，在遥感智能算法研发中减少了部分重复开发和模型验证工作，进一步表明项目成果具有跨场景应用和推广能力。陕西省水土保持生态环境监测中心认为，相关成果能够支撑河湖动态监管、水资源调查、水土保持生态环境监测及早涝灾害分析，在提升遥感监测效率、增强区域动态变化识别能力和支撑管理决策方面具有较好的应用效果。陕西元翌智能科技有限公司通过构建覆盖光学遥感、SAR 和 DEM 的算法验证流程，验证了项目成果在不同类型遥感数据和多种智能解译任务中的技术复用能力，并认为其能够提高算法研发和成果转化效率。相关应用单位评价表明，项目成果已具备较好的工程化应用基础和跨场景适应能力，在灾害监测、生态环境监管和遥感智能解译等领域具有较强的推广应用潜力。									
项目简介									

本项目面向矿山及复杂山区滑坡、地面沉降、地表异常变化等地质灾害的智能识别与动态监测需求，于 2018 年 1 月开始开展“基于遥感影像的灾害智能检测关键技术与应用”方面的研究。项目围绕“**多源数据协同处理-多模态特征学习-灾害智能检测-监测预警集成应用**”的技术路线，通过光学遥感、SAR、DEM 等多源数据的预处理、融合与标准化，构建灾害数据基础；结合多模态表征学习、自监督学习和域自适应等方法，提升灾害特征提取与模型泛化能力；进一步研发地物提取、目标识别和变化检测等核心算法，并融合 D-InSAR 形变监测和地面监测技术，构建矿山地质灾害智能监测预警平台，形成从数据、算法、模型到系统应用的完整技术体系。

项目取得的技术突破与创新成果主要包括以下四个方面：

（1）创新点一：针对复杂场景下灾害目标遥感特征表达不足、识别模型计算效率不高的问题，提出多模态表征与轻量化注意力融合的滑坡智能识别技术，突破复杂背景下灾害特征有效表达与高效推理的技术瓶颈，实现滑坡灾害目标的高精度、轻量化智能检测。

（2）创新点二：针对灾害遥感智能解译中样本不足、特征表征能力弱及跨场景适应性不强的问题，提出自监督特征学习与跨域智能解译技术，突破少样本条件下灾害相关地物特征自主学习和跨区域稳定提取的技术瓶颈，实现复杂灾害场景下地物分类与关键环境要素的精准解译。

（3）创新点三：针对多时相 SAR 灾害遥感检测中变化特征表征不足、复杂背景干扰强及检测效率受限的问题，提出多尺度深度表征与整型量化变化检测技术，突破灾害相关变化信息有效提取与快速判识的技术瓶颈，实现复杂场景下地表异常变化的准确、快速检测。

（4）创新点四：针对矿区灾害遥感监测中局部精细信息获取不足、早期形变异常难以及时发现的问题，研发低空遥感与 InSAR 协同监测技术，构建“遥感获取-形变监测-现场核查”的一体化工程应用链，突破大范围遥感筛查与重点隐患精细连续监测衔接的技术瓶颈，实现矿山地质灾害由区域智能检测向重点区域精细化、动态化监测拓展。

项目已形成较完整的自主知识产权和科技成果体系。截至 2025 年 12 月，累计获得授权国家发明专利 31 项、授权的其他知识产权 20 项，发表学术论文 39 篇，其中 SCI 检索 33 篇，核心算法、软件和系统等具有自主知识产权的丰富成果，为项目的进一步工程化和规模化推广奠定了坚实基础。

应用情况

项目成果已在**煤田地质、矿山生产、遥感测绘、智能解译和水利监测**等领域持续应用，覆盖矿区地质灾害调查、采掘影响区监测、遥感专题生产、算法研发验证及河湖动态监测等多类业务任务。通过在不同区域、不同数据条件和不同应用需求下的实践验证，项目逐步形成了面向生产矿井、地质勘查单位、遥感测绘企业及行业管理部门的多层次应用模式。

综合各应用单位反馈，项目相关技术在长期运行、业务适配、成果生产效率和技术复用等方面表现良好，能够较好满足灾害监测、遥感测绘、生态环境调查和智能解译等实际业务需求。项目成果也由前期算法研究与模型验证，逐步拓展到矿区灾害监测、地表变化分析、遥感成果生产、生态环境动态监测及智能解译研发等工程应用环节，进一步体现了相关技术的实用性和工程化水平。不同类型应用单位的持续使用和实际评价表明，项目成果具备较好的场景适应能力和推广应用基础，可为后续在类似矿区、遥感测绘及生态环境监测业务中的规模化应用提供实践支撑。

主要应用单位包括：陕西省煤田地质集团有限公司，陕西省煤田物探测绘有限公司，西安煤航遥感信息有限公司，陕西天润科技股份有限公司，陕西元翌智能科技有限公司，陕西省水土保持生态环境监测中心等十多家单位。

完成人合作关系说明

本项目 7 名完成人围绕遥感灾害智能检测与矿山地质灾害监测应用形成了长期、稳定的科研合作关系，合作基础主要来自**科研项目联合攻关、专利共同研发、论文合作及矿山示范应用**等方面。

第一完成人作为项目核心技术骨干，与第二完成人围绕国家自然科学基金面上项目“多模态小样本迁移学习及其在滑坡识别与危险性预测中的应用”（第二完成人为项目负责人）开展合作，共同研究多模态表征、小样本学习及轻量化滑坡识别技术，并共同完成主要知识产权 1、2 等成果。

第一完成人作为“卫星遥感影像平台关键技术”项目负责人，第三、第五完成人作为项目核心技术骨干，共同围绕 SAR 影像自监督学习、弱监督语义分割、跨域迁移学习及地物分类等方向开展合作研究，三人在相关方向合作发表“**Water-Matching CAM: A Novel Class Activation Map for Weakly-Supervised Semantic Segmentation of Water in SAR Images**”等多篇代表性论文，形成了较为稳定的 SAR 遥感智能解译算法研究团队。

在工程应用方面，第一完成人作为项目核心技术骨干，与第四、第六、第七完成人围绕“西部地区矿山地质灾害监测关键技术研究及应用”项目（第四完成人为项目负责人）开展合作，共同推进矿山地质灾害监测、低空航空摄影测量、SAR/InSAR 数据处理、地表形变分析及示范应用研究。其中，第一完成人参与该项目的智能解译和多源遥感技术研究，推动灾害识别算法与矿山现场监测应用衔接；第七完成人参与项目工程化示范实施，为相关成果的现场应用提供基础数据和技术保障。第四、第六完成人围绕低空航空摄影测量、InSAR 数据处理与 DOM 影像制作、工程测绘与监测装备等技术持续开展协同攻关，共同形成了“一种基于 InSAR 的 DOM 影像制作软件 V1.0”等多项软著和实用新型专利成果，为矿区遥感数据获取、处理及形变监测提供了软硬件支撑。

通过上述合作，7 名完成人形成了“**基础算法研究-智能解译模型研发-SAR/InSAR 监测-矿山工程验证与应用**”相互衔接的合作体系。完成人之间既存在跨项目持续合作，也通过共同专利、论文及应用验证形成交叉协作关系，为本项目四项主要科技创新的形成和整体技术体系集成奠定了良好的合作基础。