

# 山东省科学技术奖提名公示内容-科学技术进步奖

(2024 年度)

## 一、项目名称

基于图谱协同及高性能计算的自然资源遥感智能监测关键技术与应用

## 二、提名者

山东科技大学

## 三、提名意见及提名等级

本人认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合山东省科学技术奖励委员会办公室的填写要求。

以“山水林田湖草沙”生命共同体的理念为核心，针对自然资源智能精准监测的迫切需要，山东科技大学联合山东省国土测绘院、山东理工大学、江苏师范大学、长安大学、中国石油大学（华东）等单位，在国家级、省部级等多个重大课题的支撑下，历经十余年产学研用联合攻关，攻克了遥感影像智能化处理的技术难题，创新提出了图谱协同的自然资源遥感信息提取智能感知理论与方法，建立了面向地理图斑的自然资源要素多尺度遥感智能计算模型，实现了多源遥感影像融合智能化语义分割与特征提取；构建了自然资源典型要素智能精准监测技术体系，实现了多源遥感影像融合的特征智能提取与精准监测；突破了自然资源多环境/多粒度耦合并行驱动的高性能空间分析方法，提出了海量时空数据混搭及时空泛在信息融合与表达理论体系，研发了面向自然资源要素监测的精准土地利用和土地覆盖变化智能生产系统以及时空大数据云平台，实现了自然资源监测数据统一管理与应用。目前，目前，项目成果已广泛应用于国家战略核心区域国土资源与生态环境监测、国家测绘应急保障、高标准农田监测监管、河口海岸带生态环境动态监测等工作，有力支撑了自然资源管理和“数字赋能”工程，在服务新旧动能转换、推动绿色低碳高质量等方面发挥了重要作用。

相关研究成果获授权发明专利 10 项，软件著作权 20 余项，参与标准 7 项，发表高水平学术论文 50 余篇，6 项关键技术经科技成果评价达到“国际先进”水平。

提名该项目为 2024 年度山东省科学技术进步奖一 等奖

## 四、项目简介

针对自然资源监测数据更新频率低、时效性差、数据融合与集成困难、数据标准不统一造成的共享难度大、智能监测能力不足等问题，在国家科技支撑计划课题、863 计划、山东省重点研发计划等国家级以及省部级重大课题的支撑下，山东科技大学联合山东省国土测绘院、山东理工大学、江苏师范大学、长安大学、中国石油大学（华东）等单位的研究团队精诚合作，历经十余年产学研用联合攻关，创建了图谱协同的自然资源遥感信息提取智能感知理论与方法，建立了图谱耦合的自然资源遥感信息空间认知理论模型，提出了顾及自然资源专题要素边界约束的多尺度图斑分割方法，实现了基于平衡化深度学习优化的多源遥感影像融合智能化语义分割与特征提取。在此基础之上，针对山东省典型自然资源类别，构建了多源数据融合的智能精准监测技术体系，实现了水、耕地、海岸带等自然资源的变化信息智能提取与精准监测。同时，研发了面向自然资源多环境/多粒度耦

合并行驱动的高性能空间分析算法与统计模型,构建了海量时空数据混搭及时空泛在信息融合与表达的理论体系,建立了一套面向自然资源要素监测的精准土地利用和土地覆盖变化智能生产系统(P-LUCC),实现了图斑级 P-LUCC 信息产品的智能化生产过程,生产效率相对于传统方式可提高 8-30 倍,并研发了自然资源监测监管时空大数据云平台,实现了自然资源监测数据统一管理与应用,为山东省各级部门及企事业单位进行自然资源复杂要素的精准监测提供了重要保障。

目前,研究成果已广泛应用于水资源保护与灾害监测、林业资源保护与发展监测、海岸带监测与海洋管理、山东省自然资源调查监测、卫片执法等工作,形成了“4+12+N”的自然资源常态化遥感监测体系,为山东省耕地保护季度监测、耕地“非农化 非粮化”季度监测、月度通用变化图斑监测、自然保护地监测、生态保护红线监测、露天矿监测、森林公园及国有林场监测、四大山和国家公益林变化图斑监测等提供了强有力的技术支撑,并在黄河流域生态保护和高质量发展、海洋强省建设等重大战略实施、服务山东新旧动能转换、推动绿色低碳高质量发展等方面发挥了重要作用。项目成果有力支撑了自然资源管理和“数字赋能”工程,并在多个省份进行了应用推广,为国家战略核心区域国土资源与生态环境监测、国家测绘应急保障、高标准农田监测监管、河口海岸带生态环境动态监测等工作提供了科学决策和高质量数据支撑,取得了显著的社会经济效益。

研究期间,培养自然资源部高层次人才 2 人,硕士 100 余名,博士 10 名,创建了北斗导航智能空间信息技术应用山东省工程研究中心、山东省自然资源卫星应用技术中心、北斗新时空智慧产业发展协同中心、山东省空间信息与大数据应用工程技术研究中心等平台,授权发明专利 10 项,授权软件著作权 20 余项,发表高水平论文 50 余篇,取得了一批原创性的研究成果,6 项关键技术成果经科技成果评价达到“国际先进”水平。

## 五、主要知识产权和标准规范等目录

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	第一完成人是否为发明人(标准起草人)	第一完成单位是否为权利人(标准起草单位)
发明专利	一种在线轻量级快速响应的自然资源空间信息处理方法	中国	ZL202210559339.X	2022.08.16	证书号第 5386244 号	山东省国土测绘院	张立国; 韩海丰; 郭冬娥等	有效	是	否
发明专利	一种多层次自然资源地理实体统计方法	中国	ZL202210536135.4	2022.10.28	证书号第 5540094 号	山东省国土测绘院	张立国; 江娜; 郭冬娥; 寻妍等	有效	是	否
发明专利	一种融合多种植被指数的土地荒漠化提取方法及装置	中国	ZL202010798802.7	2024.01.19	证书号第 6628042 号	山东理工大学	范俊甫; 韩留生; 王树祥等	有效	否	否

论文	Tracing surface water change from 1990 to 2020 in China's Shandong Province using Landsat series images	中国	Ecological Indicators	2022.5.16	<a href="https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108993">https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108993</a>	山东科技大学	Wenxue Xing, Bin Guo*, Yingwu Sheng, Xingchao Yang	有效	否	是
论文	An Improved DBSCAN Method for LiDAR Data Segmentation with Automatic Eps Estimation	中国	SENSORS	2019.1.5	DOI: 10.3390/s19010172	山东科技大学	Wang, Chunxiao; Ji, Min*; Wang, Jian; Wen, Wei; Li, Ting	有效	否	是
论文	Classification and Evolutionary Analysis of Yellow River Delta Wetlands Using Decision Tree Based on Time Series SAR Backscattering Coefficient and Coherence	中国	Frontiers in Marine Science	2022.6.27	DOI: 10.3389/fmars.2022.940342	山东科技大学	Zhenjin Li, Zhiyong Wang*, Xiaotong Liu, Yuandong Zhu	有效	否	是
论文	Remote Sensing Scene Classification Based on Multibranch Fusion Attention Network	中国	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters	2023.3.27	DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2968771	江苏师范大学	Jiachen Shi, Wei Liu*, Haoyu Shan, et al.	有效	否	否
论文	基于地理图斑的遥感粒计算与精准应用	中国	遥感学报	2023.12.25	DOI: 10.11834/jrs.20211622	长安大学	吴田军, 骆剑承, 张新, 董文等	有效	否	否

计算机软件著作权	草地生态参数遥感反演系统	中国	2017 SR35 4980	2017.0 7.10	软著登字第 194026 4 号	山东科技大学	靳奉祥	有效	否	是
计算机软件著作权	地理实体边界自动提取软件 v1.0	中国	2022 SR01 5029 9	2022.1. 24	软著字第 910449 8 号	山东省国土测绘院	张立国	有效	是	否

## 六、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
张立国	1	副院长	工程技术应用研究员	山东省国土测绘院	山东省国土测绘院	作为项目主要负责人，负责项目总体统筹规划、方案制定、项目总结等工作，对创新点一、二、三均有突出贡献
靳奉祥	2	无	教授	山东科技大学	山东科技大学	对创新点一、二、三均有突出贡献
季民	3	无	教授	山东科技大学	山东科技大学	对创新点一、三具有突出贡献
范俊甫	4	科学技术处副处长	教授	山东理工大学	山东理工大学	对创新点三中有突出贡献
郭斌	5	无	副教授	山东科技大学	山东科技大学	对创新点二中有突出贡献
王志勇	6	无	副教授	山东科技大学	山东科技大学	对创新点二中有突出贡献
吴田军	7	系主任	副教授	长安大学	长安大学	对创新点一、三有较大贡献
刘伟	8		副教授	江苏师范大学	江苏师范大学	对创新点一中有突出贡献
郭冬娥	9	综合部部长	工程技术应用研究员	山东省国土测绘院	山东省国土测绘院	对创新点三有较大贡献
徐杰	10	生产技术科科长	正高级工程师	山东省国土测绘院	山东省国土测绘院	对创新点二有较大贡献
何亚文	11	无	副教授	中国石油大学（华东）	中国石油大学（华东）	对创新点二有较大贡献
赵相伟	12	地理信息系副主任	副教授	山东科技大学	山东科技大学	对创新点三有突出贡献
孟静	13	生产技术科副科长	高级工程师	山东省国土测绘院	山东省国土测绘院	对创新点三有较大贡献
江娜	14	无	高级工程师	山东省国土测绘院	山东省国土测绘院	对创新点三有较大贡献
宋鹏飞	15	无	工程师	山东科技大学	山东科技大学	对创新点二有较大贡献

注：“主要完成人情况”摘自“主要完成人情况表”中的部分内容，公示姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献。

## 七、主要完成单位情况

### 第一完成单位：山东科技大学

山东科技大学作为项目第一完成单位，在项目总体方案规划、具体工作实施、成果产出及应用推广等方面进行负责，主要对创新点做出以下突出贡献：

(1) 面向“山水林田湖草沙”自然资源一体化监测需求，建立了自然资源遥感影像综合解译多模态样本模型，研发了跨区域多模态自然资源综合解译样本高效制作技术。

(2) 针对山东省黄河三角洲区域水陆分界线、湿地、滩涂等海岸带资源，建立了基于多源遥感数据的海岸带土地资源变化的精准监测体系，提出了 RF-W 滩涂模型并构建了适应海岸带形状的扇环形网格样本划分方法，建立了体现土地开发强度空间格局的关联模型，同时提出了一套基于知识规则集的二级海岸带土地覆被分类方法，为土地覆被的相关研究提供了丰富的技术方法。

(3) 针对山东省水资源监测中站点数量有限、分布不均、传统地表水体提取精度差等问题，构建了多源数据协同的水资源立体监测与评估技术。采用误差分量分析法进行了基于多源降水数据的洪涝灾害准实时监测；采用多指标水检测规则，进行了地表水信息智能提取；利用卫星测高数据，提出一种优化的改进阈值法，进行了山东省湖库水位数据的智能提取。

(4) 研发了面向自然资源典型要素监测监管的大数据应用服务平台，并进行了应用推广。

### 第二完成单位：山东省国土测绘院

山东省国土测绘院作为项目第二完成单位，在项目总体方案规划及应用推广等方面进行负责，主要对创新点做出以下突出贡献：

(1) 研发了自然资源遥感影像智能解译体系，建立了面向自然资源典型要素监测监管的大数据应用服务平台，实现了“天上看、地上查、网上管”的山水林田湖草海管理机制。

(2) 构建了自然资源“4+12+N”常态化遥感监测体系，并面向高标准农田监测监管、自然资源生态产品价值精、耕地保护监测监管等方面研发了专题应用服务平台，从而为山东省“数据赋能”、生态环境保护、促进土地节约集约利用等提供强有力的平台支撑。

(3) 完成了多项软件系统并将其面向山东省乃至全国进行推广。

### 第三完成单位：山东理工大学

作为项目第三完成单位，山东理工大学针对基于图谱协同及高性能计算的自然资源遥感智能监测关键技术与应用的需求，主要对创新点三做出了突出贡献：

(1) 构建了时空瓦片数据的混搭组织方法，实现了对多源遥感影像瓦片数据的灵活整合和融合混搭使用，有效提升了电子地图底图的可用性。

(2) 提出基于栅格化思想和 CUDA 的矢量多边形叠加分析、基于 MPI 集群与树状合并优化策略的并行缓冲区生成、VCS 优化的矢量多边形 GPU 并行叠加分析等一系列算法，研发了面向自然资源多环境、多粒度空间计算场景的并行任务分解、协同处理、结果归集和空间计算的全流程算法集合。

(3) 研发了时空泛在信息融合技术, 解决解决 Web 环境下海量多源遥感影像瓦片数据的融合应用难题, 应用高效率的空间计算与时空分析方法, 研发了视频信号与三维地理场景动态叠加的时空泛在信息融合技术, 实现了对三维地理场景的有效增强表达。

#### **第四完成单位: 江苏师范大学**

作为项目第四完成单位, 江苏师范大学针对基于图谱协同及高性能计算的自然资源遥感智能监测关键技术与应用的需求, 主要对创新点一、三做出了贡献:

(1) 为解决遥感语义分割过程中的样本类别与地物分割精度不平衡、模型表征能力损耗等问题, 提出了基于平衡化深度学习优化的多源遥感影像融合智能化语义分割与特征提取理论。

(2) 建立了自然资源遥感影像综合解译多模态样本模型, 提出了一种多场景跨尺度渐进迭代的样本提纯方法, 利用链式深度卷积神经网络, 获取影像中复杂的多层次深度特征, 并设计了矢量图斑自动验证框架, 显著提高了相关模型的均衡化学习能力和语义分割精度

(3) 参与了自然资源监测时空大数据云平台的研发, 并行了应用推广工作。

#### **第五完成单位: 长安大学**

针对基于图谱协同及高性能计算的自然资源遥感智能监测关键技术与应用的需求, 长安大学主要对创新点一、三有一定的贡献, 具体完成的科技创新和应用推广情况如下:

(1) 针对对象级遥感信息智能生成理论及关键技术研究做出了贡献, 提出了遥感图谱认知理论与智能计算方法体系, 发展了面向地理图斑的自然资源要素遥感智能计算模型, 研发了智能化对象提取和土地利用类型精准识别等关键技术。

(2) 实现了对自然资源要素的空间分布、过程演化、属性功能、内外动力等模式的全面信息挖掘, 为自然资源要素时空分布格局的层层解构和理解提供了重要模型支撑。

(3) 参与研发了一套面向自然资源要素监测的精准土地利用和土地覆盖变化 (P-LUCC) 智能生产系统, 实现了图斑级 P-LUCC 信息产品的智能化生产过程, 生产效率相对于传统方式可提高 8-30 倍。

#### **第六完成单位: 中国石油大学 (华东)**

针对基于图谱协同及高性能计算的自然资源遥感智能监测关键技术与应用的需求, 中国石油大学 (华东) 主要对创新点二、三有一定的贡献, 具体完成的科技创新和应用推广情况如下:

(1) 建立了山东省耕地资源变化精准监测技术体系, 基于高分辨率遥感影像, 结合图谱协同理论以及顾及边界约束的对象级多尺度图斑分割方法构建了一套智能化的耕地地块信息提取流程。

(2) 通过分区网络控制、图斑分层提取和功能结构重组, 实现了耕地地块的高效、低成本智能化生产, 形成了一套“人机协同”的智能生产线, 并利用多尺度网格、多尺度核密度分析等技术, 进行了耕地资源多尺度转化的定性、定量分析, 实现了山东省耕地变化图斑的常态化监测。

(3) 将该项创新性技术应用于土地覆盖变化智能监测, 设计了“分区控制—分层提取—分级迁移—功能重组”为途径的高分辨率遥感精准 LUCC 信息产品生产线系统, 实现综合自然地理的精准监测。

#### **第七完成单位: 青岛中科蓝迪信息科技有限公司**

针对基于图谱协同及高性能计算的自然资源遥感智能监测关键技术与应用的需求,青岛中科蓝迪信息科技有限公司依托项目研究成果进行了示范应用与推广工作,具体内容如下:

(1) 针对耕地资源变化监测需求,参与了智能化耕地地块信息提取技术研发,实现了耕地地块的高效、低成本智能化生产,形成了一套“人机协同”的智能生产线。

(2) 依托项目成果,进行了水资源保护与灾害监测、林业资源保护与发展监测、海岸带监测与海洋管理、山东省自然资源调查监测等工作,取得了显著的社会经济效益。

## **八、论证专家名单(5人)**

骆剑承,中国科学院空天信息创新研究院,遥感;

李振海,山东科技大学,农业遥感;

孙林,山东科技大学,定量遥感;

刘国林,山东科技大学,大地测量学与测量工程;

艾波,山东科技大学,海洋 GIS。