**中国测绘学会河南省测绘学会**

**推荐2024年度自然资源科学技术奖**

**（自然资源科技进步奖）公示材料**

**一、成果基本情况**

|  |  |
| --- | --- |
| 成果名称 | 基于空间智能的黄河模拟器关键技术及典型应用 |
| 学会评审组 | 中国测绘学会评审组 |
| 主要完成人 | 赫晓慧，李盼乐，乔梦佳，龚家国，程淅杰，王晓蕾，高亚军，刘佳嘉，胡乔，陈梦婷，拓展翔，马志瑾，耿庆玲，孙浩楠，李豪飞 |
| 主要完成单位 | 郑州大学中国水利水电科学研究院黄河水文水资源科学研究院 |
| 推荐等级 | 特等奖或一等奖 |

1. **推荐意见**

该项目面向黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略，开展了基于空间智能的黄河模拟器关键技术及典型应用研究，攻克了海量数据汇聚管理、流域级大场景精准模拟、时空模拟引擎等系列关键技术难题，研制了多模态遥感大模型智能快速模拟云平台-黄河模拟器，实现了黄河流域全域尺度复杂场景快速、智能、精准模拟。项目成果成功应用于冰凌灾害模拟、洪水实时监模拟、农作物估产等10余个黄河流域重点业务，服务了生态环境保护、自然灾害应急管理、资源供给等多个黄河流域重点行业领域，社会与经济效益显著。

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，我单位和所有项目完成单位都对该项目的基本情况进行了公示，公示无异议。对照自然资源科学技术奖授奖条件，决定提名该项目为2024年度自然资源科学技术奖特等奖或一等奖。

1. **成果简介**

人工智能进入爆发式发展以来，空间智能为黄河流域生态保护和高质量发展提供了重要技术支撑。项目组自2015年开始，以大型超算为硬件底座，开展了基于空间智能的黄河模拟器关键技术及典型应用研究，突破了海量数据汇聚管理、流域级大场景精准模拟、时空模拟引擎构建等关键技术难题，研制了大型超算支持下的多模态遥感大模型时空智能服务云平台-黄河模拟器，实现了黄河流域综合观测数据存储-读取-服务链路畅通，极大地提升了黄河流域的智能化管理和服务水平。项目共授权发明专利14件，授权软件著作权20件，发表论文37篇（其中SCI论文24篇）。

项目针对黄河流域复杂巨系统全域模拟难题，通过系统的理论与实际结合研究，建立了一套相对完善、实用的流域级大尺度复杂场景智能、快速模拟技术体系。项目共形成3项主要科技创新，分别为“面向黄河流域复杂巨系统的海量综合观测数据智能高效管理技术”、 “融合物理机制与专业大模型的流域级大场景智能模拟技术”、 “多模态领域大模型驱动的智能快速模拟平台-黄河模拟器”。 项目技术经济指标达到国际先进水平，PB级黄河流域检索精度提升10%以上，时间缩短20倍。黄河流域NPP、LAI等10余种生态要素全域尺度变化模拟精度提升10%-15%，重大冰凌灾害的应急预报时间提前10天、精度提高8%。

项目深度应用于黄河防汛抗旱总指挥部办公室、黄河水利委员会信息中心等6个黄河流域管理机构及水利部、国家统计局等相关部门，有效支撑了黄河流域10多种业务化工作，满足了国家和省政府的黄河流域防汛抗旱专项、黄土高原生态保护与修复工程、粮食安全保障等重点工程建设的重大需求。相关技术服务于4个国家超算中心、1个先进计算中心以及华为、超图、中建生态环境集团等企业，拓展了国产超算的应用深度，提升了企业的技术创新能力，培养了大批专业技术人才，产生了显著的社会经济效益。

1. **客观评价**
2. **国内外学术权威评价**

国家最高科学技术奖获得者、武汉大学李德仁院士在国际权威期刊JAG上评价项目提出的基于多源数据的样本自动化构建方法“可以有效减少标注负担”。美国密歇根州立大学水资源研究所主任A. Pouyan Nejadhashemi教授在农林科学顶级期刊上评价，项目提出的技术为“首次引入了时间、光谱和空间维度的多光谱图像信息，提升了产量预测精度”。德国欧洲青年科学院院士Matthias Weidlich教授评价，项目提出的图嵌入时空编码方法有效保留了地物的原始结构，显著提升了地物分类精度。JAG主编、加拿大Jonathan教授在期刊上的合作发表综述性论文指出，本项目提出的深度特征提取网络在所有的30余种国际主流对比方法中表现最优。

1. **国家级业务部门和研究机构评价**

目核心算法在国家超级计算郑州中心、昆山中心、合肥先进计算中心、无锡中心、长沙中心均开展了适配。 其中，郑州中心评价项目成果“大规模国产计算节点分布式计算效率提升30%以上”，“并行节点数量达到700个”；昆山中心评价项目技术“显著提升了大规模计算节点的占用率和使用效率”；无锡中心评价项目成果“充分发挥了国产计算节点众核协同计算性能”；

国家统计局河南调查总队将项目提出的黄河遥感大模型的关键技术在国家农业调查统计工作中进行了深度应用，评价项目成果有效提升了“国家农业调查数据核查精准度”，“为开展国家农业调查和统计决策提供了坚实的技术支撑”。中国水利水电研究院、水利部黄土高原水土保持重点实验室：评价项目成果为开展水土保持与生态环境管理业务提供了更高效精准的算法支撑。

1. **黄河流域重大工程应用评价**

黄河防汛抗旱总指挥部办公室、黄河水利科学研究院、黄河水利委员会信息中心等单位评价项目成果实现 “重大冰凌灾害预报提前10天”，“对黄河防洪决策具有重要意义”。黄河水利委员会水土保持局、黄河水利委员会黄河上中游管理局、河南省水利厅等单位认为项目技术“为黄河流域生态修复工程提供了科学规划依据”。

宁夏回族自治区水利厅水资源管理处、河南省测绘院等单位利用项目研发的关键技术进行了黄河流域土地资源调查、水资源全天候监测等工作，认为通过应用项目技术“流域水资源监测效率提升50%”，“支撑了省市范围的基础地理信息更新工作”。

1. **权威专家鉴定评价**

以王桥院士为组长的专家组对项目部分成果进行了鉴定，认为项目成果“实现了全链路国产化的异构众核硬件与遥感影像处理深度耦合服务”，“社会经济效益显著”，“成果整体达到国际先进水平，其中国产大型超算软硬一体化遥感影像处理技术达到国际领先水平”。

以王家耀院士为组长的专家组认为项目成果实现了“大场景感知-高性能计算-大模型决策，全链条智能的黄河流域全域复杂场景动态模拟与服务，深度应用于黄河水利委员会各部门业务化工作”，“基于异构众核并行计算的冰凌动态模拟大模型技术达到国际领先”。

1. **主要知识产权目录**

|  |
| --- |
| **主要知识产权和标准规范目录** |
| 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） | 授权日期（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） | 专利（标准）有效状态 |
| 1 | 发明专利 | 基于中央数据池的遥感信息提取模型分布式训练方法 | 中国 | ZL 2023 1 0424978.X | 2023-11-21 | 6504202 | 郑州大学 | 赫晓慧;李盼乐;程淅杰;乔梦佳;高亚军;李加冕;周涛赵辉杰 | 有效 |
| 2 | 发明专利 | 一种基于深度学习的遥感影像自动标注方法 | 中国 | ZL 2019 1 1332974.9 | 2023-05-02 | 5935363 | 郑州大学 | 赫晓慧;李盼乐;程淅杰;邱芳冰;李志强;乔梦佳;李代栋 | 有效 |
| 3 | 发明专利 | 一种基于标签概率序列的高鲁棒性深度道路提取方法 | 中国 | ZL202110787335.2 | 2022-09-30 | 5486845 | 郑州大学 | 赫晓慧;李盼乐;郭晓宇;高亚军 | 有效 |
| 4 | 发明专利 | 一种水污染扩散动态模拟方法 | 中国 | ZL 2018 1 1567916.X | 2022-10-14 | 5512326 | 郑州大学 | 赫晓慧;魏海涛;郭恒亮;田智慧;张印;王晓蕾 | 有效 |
| 5 | 发明专利 | 一种构建支持星载传感器观测过程语义表达的本体模型的方法 | 中国 | ZL 2020 1 0608728.8 | 2023-11-10 | 6479462 | 郑州大学 | 王晓蕾、魏海涛、赫晓慧、田智慧、郭恒亮、陈能成 | 有效 |
| 6 | 发明专利 | 一种时空约束下任务驱动的遥感影像元数据语义推理方法 | 中国 | ZL 2022 1 0716232.1 | 2024-09-06s | 7345695 | 郑州大学 | 王晓蕾;侯媚;胡自荣;石守海 | 有效 |
| 7 | 发明专利 | 一种分布式流域水沙过程耦合模拟方法 | 中国 | ZL 201611160683.2 | 2018-07-20 | 3005292 | 中国水利水电科学研究院 | 龚家国;王浩;贾仰文;周祖昊;刘佳嘉;王英;牛存稳 | 有效 |
| 8 | 发明专利 | 一种基于遥感和生境特征的芦苇空间分布识别方法 | 中国 | ZL 2021 1 0714717.2 | 2024-07-26 | 7231522 | 中国水利水电科学研究院 | 龚家国;田博;尚毅梓;冶运涛;王英 | 有效 |
| 9 | 发明专利 | 一种快速高效水土保持淤地坝调查与评估方法 | 中国 | ZL 201811439511.8 | 2020-06-26 | 3857799 | 中国水利水电科学研究院 | 龚家国;王浩;赵勇;王英;杨苗;赵翠平;赵新凯;王安迪 | 有效 |
| 10 | 发明专利 | 在线测量河道冰层厚度的装置 | 中国 | ZL 2020 1 1251031.6 | 2022-04-15 | 5080068 | 黄河水文水资源科学研究院 | 马志瑾;王志慧;程春晓;章博;谷晓伟;张攀;吕锡芝申震洲;焦鹏;马力;安鹏;马成 | 有效 |
| **代表性论文专著目录** |
| 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） | 授权日期（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） | 专利（标准）有效状态 |
| 1 | 专著 | 大中尺度流域洪水产输沙特征及阶段变化 | 中国 | 9787550930872 | 2021-09 | 黄河水利出版社 | 黄河水文水资源科学研究院 | 高亚军、徐十锋、吕文星和马志瑾,田博 | 出版 |
| 2 | 论文 | Multi-view Graph Convolutional Network with Spectral Component Decompose forRemote Sensing Images Classification | SCI | 10.1109/TCSVT.2022.3227172 | 2022-07-29 | IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology | 郑州大学 | Xijie Cheng, Xiaohui He\*, Mengjia Qiao, Panle Li, Peng Chang, Tianhao Zhang, Xiaoyu Guo, Jinyong Wang, Zhihui Tian, and Guangsheng Zhou | 1区 |
| 3 | 论文 | An lmproved Categorical Cross Entropyfor Remote Sensing lmage Classification Based on NoisyLabels | SCI | 10.1016/i.eswa.2022.117296 | 2021-08-02 | Expert Systems with Applications | 郑州大学 | Panle Li, Xiaohui He\*, Xijie Cheng, Mengjia Qiao, Dingjun Song, Mingyang Chen, Tao Zhou, Jiamian Li, Xiaoyu Guo, Shaokai Hu,Zhihui Tian | 1区 |
| 4 | 论文 | KSTAGE: A knowledge-guided spatial-temporal attention graph learning network for crop yieldprediction | SCI | 10.1016/i.ins.2022.10.112 | 2022-06-24 | Information Sciences | 郑州大学 | Mengjia Qiao, Xiaohui He , Xijie Cheng, Panle Li, Qianbo Zhao, Chenlu Zhao, Zhihui Tian | 1区 |
| 5 | 论文 | Exploring Label Probability Sequence to RobustlyLearn Deep Convolutional Neural Networks forRoad Extraction With Noisy Datasets | SCI | 10.1109/TGRS.2021.3128539 | 2022-02-17 | IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING | 郑州大学 | Panle Li, Xiaohui He\*, Mengjia Qiao, Xijie Cheng, Jiamian Li, Xiaoyu Guo, Tao Zhou, Dingjun Song ,Mingyang Chen, Disheng Miao, Yinjie Jiang, and Zhihui Tian | 1区 |
| 6 | 论文 | Enhanced contextual representation with deep neural networks for land cover classification based on remote sensing images | SCI | 10.1016/j.jag.2022.102706 | 2022-01-27 | International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation | 郑州大学 | Xijie Cheng, Xiaohui He\*, Mengjia Qiao, Panle Li, Shaokai Hu, Peng Chang, Zhihui Tian | 1区 |
| 7 | 论文 | Crop yield prediction from multi-spectral, multi-temporal remotely sensed imagery using recurrent 3d convolutional neural networks | SCI | 10.1016/j.jag.2021.102436 | 2021-06-02 | International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation | 郑州大学 | Mengjia Qiao, Xiaohui He\*, Xijie Cheng, Panle Li, Haotian Luo, Lehan Zhang, Zhihui Tian | 1区 |
| 8 | 论文 | Robust Deep Neural Network for Road Extraction from Remote Sensing Images | SCI | 10.1109/TGRS.2020.3023112 | 2020-06-24 | IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING | 郑州大学 | Panle Li, Xiaohui He\*, Mengjia Qiao, Xijie Cheng, Zhiqiang Li, Haotian Luo, Dingjun Song, Daidong Li, ShaokaiHu, Runchuan Li, Pu Han, Fangbing Qiu, Hengliang Guo, Jiandong Shang and Zhihui Tian | 1区 |