

# 2024 年度自然资源科技进步奖推荐成果公示内容

## 一、自然资源科技进步奖公示内容

### 推荐项目一：“广域海面特征建模与探测感知技术及其应用”项目

#### （一）成果基本情况

成果名称：广域海面特征建模与探测感知技术及其应用

主要完成人：史建涛，施歌，李俊，凌霄，陈闯，盛庆红，岳冬冬，王宁，冯李航，夏丽华，黄鹂

主要完成单位：南京工业大学，南京航空航天大学，中国电子科技集团公司第十四研究所，航天宏图信息技术股份有限公司

申报等级：一等奖或二等奖

#### （二）推荐意见

该项目面向复杂环境下对海雷达海面目标探测感知重大需求，突破跨域融合滤波与多尺度散射场重构的广域海面建模、基于能量匹配和多模态迁移神经网络的海杂波抑制与目标检测、波位匹配判别与能量辅助的海面目标跟踪、混合核深度迁移网络与元学习特征降维海面目标识别等关键技术，构建了涵盖海杂波抑制、目标跟踪与识别的一体化海面目标探测感知实验系统，完成了部分成果的工程应用。授权发明专利和国防专利 35 项，软件著作权 12 项，发表高水平学术论文 100 余篇，取得了显著的经济和社会效益。

同意推荐该成果申报自然资源科技进步奖一等奖或二等奖。

#### （三）成果简介

二十一世纪是海洋时代，我国是一个拥有 18000 公里海岸线的海洋大国，保障领海安全和开发海洋资源事关国家安全和国民经济发展的全局。广域海面特征建模与探测感知是获取海洋信息的主渠道，更是维护领海安全、开展海洋测绘、发展海洋经济的关键技术。

雷达作为对海探测的核心装备，面临着广域海面电磁建模、非平稳时变海杂波、海面复杂小目标、各型密集海面舰船交叠等诸多难题。因此，亟需提升复杂环境下广域海面特征建模与雷达目标探测感知能力，这也是国防建设和经济社会发展的迫切需求。

本项目面向复杂环境下对海雷达海面目标探测感知重大需求，突破跨域融合滤波与多尺度散射场重构的广域海面建模、基于能量匹配和多模态迁移神经网络的海杂波抑制与目标检测、波位匹配判别与能量辅助的海面目标跟踪、混合核深度迁移网络与元学习特征降维海面目标识别等关键技术，构建了涵盖海杂波抑制、目标检测、目标跟踪、目标识别的一体化海面目标探测感知实验系统，完成了部分成果的工程应用。基于本项目相关研究成果，共计授权发明专利和国防专利 35 项，软件著作权 12 项，发表高水平学术论文 100 余篇。部分技术成果已在一线装备中成功应用，显著提升了装备性能，经济效益超过 2.14 亿元。此外，本项目研发的技术成果成功应用于上海华测导航技术股份有限公司、南京数维测绘有限公司、自然资源部海岸带开发与保护重点实验室、江苏省海洋地质调查院等单位的相关装备和产品，显著提升了海面目标探测识别性能，取得了显著的经济和社会效益。

#### （四）客观评价

2025 年 4 月 19 日，中国测绘学会组织专家对南京工业大学等单位提交的“广域海面特征建模与探测感知技术及其应用”科技成果进行了评价。评价委员会听取了成果汇报，审阅了相关文档资料，经质询与讨论形成评价意见如下：

1. 提交的资料齐全，文档规范，符合科技成果评价要求。

2. 面向复杂环境下海面目标雷达探测感知重大需求，针对海杂波能量强、时空非平稳、目标与涌浪难以区分，雷达多波位和相邻距离门回波交叠、海上舰船多目标遮挡，舰船目标识别模型泛化能力弱、难以应对微动目标等难题，开展了广域海面建模、海杂波抑制、海面目标跟踪与识别关键技术研究，形成了系统性解决方案，并实现了成果的工程化应用。

3. 成果主要创新点

(1) 提出了基于能量匹配和多模态迁移神经网络的海杂波抑制与目标检测新方法，经实装雷达数据验证，虚警点减少 93%，中大型舰船目标检测准确率超过 90%，显著提升了对海雷达目标检测性能。

(2) 提出了基于波位匹配判别与能量辅助的海面目标跟踪新方法，经实装雷达数据验证，小型舰船和海面低空飞行器目标跟踪准确率均超过 90%，显著提升了雷达目标跟踪性能。

(3) 提出了基于混合核深度迁移网络与元学习特征降维的海面目标识别新方法，经实装雷达数据验证，典型海面舰船目标识别准确率超过 85%，为海面微动目标和多目标识别提供了技术支撑。

(4) 成果已在我国多型舰载多功能雷达、对海空管气象一体化雷达、岸对海雷达中成功应用，并在多次重大海上演习演练和南海岛礁测绘中发挥了重要作用，经济、社会和国防效益显著。

评价委员会认为，该成果整体技术处于国际先进水平。其中，基于混合核深度迁移网络与元学习特征降维的海面目标识别方法处于国际领先水平。

#### (五) 主要知识产权目录

类别	知识产权名称	国家	授权号
发明专利	一种机载脉冲多普勒雷达的陆海杂波抑制方法	中国	ZL202018003014.5
发明专利	一种基于圈间异常单元识别的改进 CFAR 检测方法	中国	ZL202111593558.1
发明专利	一种基于多层次特征的 SAR 目标识别方法	中国	ZL202110133954.X
发明专利	基于多尺度注意力机制的星载 SAR 海杂波生成方法及系统	中国	ZL202311486202.7
发明专利	一种基于气象数据的深度学习 SAR 海杂波仿真与抑制方法	中国	ZL202410797812.7
发明专利	一种可见光图像到 SAR 图像的转换方法、装置、介质及设备	中国	ZL202410089905.4
发明专利	合成孔径雷达干涉图像对的自动筛选方法、装置及设备	中国	ZL202410095574.5
发明专利	基于注意力机制的多模态融合地面污迹识别方法及系统	中国	ZL202311550625.0
软件著作权	高分 SAR 海上固定目标识别软件 V1.0	中国	2017SR741394
软件著作权	海洋船舶监测与预警软件 V1.0	中国	2024SR0641092

## **推荐项目二：“现代化水库多模态感知与运行管理矩阵建设关键技术研究及应用”项目**

### **（一）成果基本情况**

成果名称：现代化水库多模态感知与运行管理矩阵建设关键技术研究及应用

主要完成人：王茂枚，童建，戴守政，王子健，赵钢，吴杰，曹锡军，朱昊，黄天增，李文龙，王刘宇，谢冰，徐毅，杨益民

主要完成单位：江苏省水利科学研究院，航天宏图信息技术股份有限公司，东南大学，南京市水利规划设计院股份有限公司，南通市江海测绘院有限公司

申报等级：一等奖或二等奖

### **（二）推荐理由**

该项目针对现代化水库多模态感知及运行管理矩阵建设中全覆盖监测精度低、水下精细化感知难、现代化监测体系不健全等关键技术难题，突破了水库大坝全域形变高精度动态监测、复杂深水环境建筑物精细化感知、现代化水库运行管理矩阵建设等技术瓶颈，提出了融合北斗、SAR 影像和 LiDAR 点云数据的大范围地表沉降动态监测方法，研发了基于固液耦合界面波的水下混凝土亚毫米裂缝精准成像技术，研制了基于多种传感器的水下实时监测成套设备，构建了“空天地水工”水库全要素前端感知体系，在多个大中型水利工程进行了应用。获授权发明专利 25 项、实用新型专利 19 项、软件著作权 24 项，出版专著 2 部，发表论文 53 篇，取得了显著的经济和社会效益。

同意推荐该成果申报自然资源科技进步奖一等奖或二等奖。

### **（三）成果简介**

“十三五”以来，各级水行政主管部门及工程管理单位在水库运行管理中，积极引进和推广新技术、新设备、新工艺，安全控制运用技术不断提升，水库水坝、水闸安全监测监控自动化得到推广。然而，我国水库历经长期服役和洪涝灾害影响后，易发生性能劣化、抗力衰减等问题，进而影响工程安全运行。地质、工况、人类活动、极端天气等复杂环境下，如何保证水库安全运行是一个迫切解决的难题。为保障水库安全运行，需对水库进行全方位监测，加强隐患排查预警和消除，加快构建现代化水库运行管理矩阵。

本项目采用理论分析、室内试验、数值模拟、设备研发及工程应用等综合手段，研究了大坝全域形变高精度动态监测、复杂深水环境建筑物精细化感知、现代化水库运行管理矩阵建设等关键技术，提出了融合北斗、SAR 影像和 LiDAR 点云数据的大范围地表沉降动态监测方法，研发了基于固液耦合界面波的水下混凝土亚毫米裂缝精准成像技术，研制了基于多种传感器的水下实时监测成套设备，构建了“空天地水工”水库全要素前端感知体系，在多个大中型水利工程进行了应用。基于本项目相关研究成果，共计授权发明专利 25 项、实用新型专利 19 项、软件著作权 24 项，出版专著 2 部，发表论文 53 篇（含 SCI/EI 论文 27 篇）。

本项目提出的技术较常规监测手段能够节省大量监测成本，产生直接及间接效益共计 2.2 亿元，经济效益显著；为提升水库现代化建设、保障水库安全运行等提供了技术支撑，保障了人民生命财产和饮水安全，社会及环境效益显著。徐州市水务局、鹤壁市水利局、老鸦坝水库管理所、小塔山水库管理处等单位应用证明指出，本项目为多个水库大坝安全监测及运行管理提供了技术支撑，产生了显著的社会经济效益，成果具有重要的理论意义和实用价值，应用前景广阔。

#### (四) 客观评价

本项目已向中国测绘学会提交评价申请，经学会审核通过后定于 2025 年 4 月 22 日上午开展科技成果评价。

#### (五) 主要知识产权目录

类别	知识产权名称	国家	授权号
发明专利	一种去除 InSAR 大气相位的方法	中国	ZL202210872481. X
发明专利	崩岸易发段水下岸坡位移实时监测及崩岸预警方法	中国	ZL202410095574. 5
发明专利	一种瑞利波信号的高效检测方法	中国	ZL202110591291. 6
发明专利	一种识别及去除像素偏移量追踪监测结果异常的方法	中国	ZL202211382187. 7
发明专利	一种像素偏移量追踪监测及校正方法	中国	ZL202211383151. 0
发明专利	一种桥墩安全性实时监测系统及监测方法	中国	ZL201811162949. 6
发明专利	一种径潮流崩岸险工段漂浮式冲淤监测方法及装置	中国	ZL202410446873. 9
发明专利	一种水利工程用水位监测装置	中国	ZL202010066421. X
软件著作权	堤防变形监测综合分析系统 V1.0	中国	2022SR0422717
软件著作权	基于实景模型的洪灾演进模拟系统 V1.0	中国	2021SR2018970

## 二、青年科技奖公示内容

### (一) 成果基本情况

成果名称：星地协同地质碳封存泄露监测关键技术及应用

主要完成人：杨慧

主要完成单位：中国矿业大学

申报等级：青年科技奖

### (二) 推荐意见

在国家自然科学基金等重要科研任务支持下，针对传统碳监测技术精度低、时效性不足的难题，首创“地面传感监测仪器研制-地面监测网络优化部署-星地在线监测共享平台”的星地协同地质碳封存泄露在线监测关键技术体系，取得了系列创新成果：

自主研发地学传感网的碳封存泄漏大气碳浓度在线监测仪器，设计检测仪器的模块结构、电路设计和固件流程；提出地质碳封存地面传感实时监测网络的优化覆盖算法，研发监测敏感度分区、网络覆盖控制、动态划分和优化表达；构建星地协同的地质碳封存泄漏风险在线监测平台，提出地面传感监测数据的分布式融合、本底筛分和动态模拟平台，对地质碳封存工程泄漏风险进行监测示范。通过研发具有自主知识产权的地质碳封存泄露大气碳浓度实时监测与智能预警关键技术体系，在国家基础地理信息中心等 11 家单位应用，支撑江苏和新疆省级双碳智慧管控系统，是我国首个获批的联合国气候变化空间观测台国际示范项目，取得了巨大的社会、生态和经济效益，对中国应对气候变化和国

际谈判意义重大。

同意推荐该申请人申报自然资源科学技术奖青年科技奖。

### （三）成果简介

气候变化是当今人类面临的重大全球性挑战，地质碳封存是应对气候变化的关键技术，但其泄漏监测存在精度不足、覆盖范围有限等问题。针对规模化碳封存工程安全需求，依托国家及省级科研项目，突破传统单一监测模式，构建星地协同监测技术体系，支撑“双碳”目标实施。

项目团队通过自主研发集成 NDIR、CO<sub>2</sub>、温湿度、风力及气压传感器的多参数在线监测仪，实现秒级连续同步监测与±1%浓度误差控制。在此基础上，针对复杂地形提出地面传感网络优化算法，依据环境敏感度进行动态分区调控，实现高敏感区节点密度≤500米、低敏感区≤5公里的差异化部署，结合4G无线通信技术保障监测数据实时回传（延迟<5秒）。同步构建星地协同监测平台，通过卫星高光谱遥感与地面传感数据的深度融合，建立三维动态GIS预警系统，显著提升泄漏事件识别时效性40%，实现泄漏源定位误差≤50米、扩散范围预测误差<10%，并达成30分钟内快速响应预警的全流程闭环管控。

基于相关研究成果，项目形成“仪器研制-网络优化-平台构建”技术链，获发明专利10项、软著9项，出版专著1部，培养硕博人才20人，获省部级科技奖3项。成果应用于国内多个碳封存示范工程，监测成本降低40%，泄漏识别时效提升40%，预警响应时间缩短至30分钟。技术已拓展至煤火甲烷监测领域，并与新疆地质局开展示范合作，为全球气候治理提供中国方案。

### （四）客观评价

1. 关于“基于无线传感网络的地质封存CO<sub>2</sub>泄漏源定位方法”，江苏省科技厅组织的项目验收会听取了研究工作报告，审查了提供验收的技术文件和资料，经质询与讨论，东南大学林明耀教授、南京师范大学盛业华教授等专家认为：项目设计了CO<sub>2</sub>封存区监测网络优化部署算法，通过分析地质、地理和气象数据，解析泄漏影响因子并划分敏感度分区，差异化布设传感节点，基于Delaunay三角网优化网络覆盖。项目还集成GAW、TCCON和NASA AIRS多源数据，验证AIRS CO<sub>2</sub>数据可靠性，基于OSG引擎实现浓度可视化仿真，构建了沁水盆地泄漏监测虚拟仿真平台。

2. 关于“自然资源监测数据与生态固碳模型集成技术”，江苏省自然资源厅组织专家，听取了项目汇报，审阅了成果资料，南京大学黄贤金教授等专家认为：项目聚焦自然资源数据在碳汇估算中的融合应用，构建了生态系统碳汇模型，研发了徐州监测与碳源汇集成平台，并自主研发大气CO<sub>2</sub>实时监测仪器，以徐州市为例开展实证研究，具有较高推广价值。

#### 3. 成果主要创新点

（1）研制了地学传感网的碳封存泄漏大气碳浓度在线监测仪器，实现了远程实时监测装置硬件模块设计与μ Vision3 IDE固件开发。

（2）提出了基于Delaunay三角剖分的地面传感监测网络动态优化部署方法，实现了影响因子驱动敏感度分区建模与可变密度覆盖控制算法构建。

（3）提出了星地协同的地质碳封存泄漏风险监测体系架构，实现了多源异构数据自适应加权融合算法与移动平均过滤（MAF）-回归联合动态大气CO<sub>2</sub>筛分机制。

4. 成果已成功应用于国内多个地质碳封存示范工程，显著提升了泄露监测的精准性与时效性，提升了区域碳排放评估与生态固碳分析能力，形成具有推广价值的城市级碳监测应用范例，取得显著社会效益和应用推广价值。

(五) 主要知识产权目录

类别	知识产权名称	国家	授权号
发明专利	Optimizing Sensor Network Node Location in GCS	美国	US108808502B2
发明专利	一种可变步长的矿井环境实时监测数据的动态压缩方法	中国	CN106250505B
发明专利	一种CO <sub>2</sub> 地质封存区域的传感网络节点定位优化方法	中国	CN107172626B
发明专利	一种城市活力与碳排空间特征相关性的测度方法	中国	CN114881309B
发明专利	一种煤体结构预测方法	中国	CN113962111B
发明专利	地质碳封存区域大气CO <sub>2</sub> 时空分异特征及影响因子分析方法	中国	CN115630870B
发明专利	融合陆表环境变量的大气XC <sub>02</sub> 浓度精细化反演方法	中国	CN116882261B
软件著作权	CO <sub>2</sub> 地表浓度在线监测系统 V1.0	中国	2012SR100992
软件著作权	Relimap CO <sub>2</sub> 实时监测微信公众平台 v1.5.0	中国	2017SR107673
软件著作权	企业碳排放在线监测和智能核算平台 V1.0	中国	2023SR0328442