

## 项目简介（限1000字）

本项目属于测绘科学与技术领域。

### 1. 背景与目标

生态环境保护是我国生态文明建设核心任务，开展生态状况监测是当前生态保护重要抓手。遥感技术可开展生态环境大面积同步观测，时效性强，但如何快速实现从卫星数据提取生态变化信息影响着生态环境监测业务化应用进程。针对此问题，构建全国生态环境遥感监测技术解决方案，快速提取生态环境变化信息，提升生态环境监测与评价的时效性和效率，促进生态保护能力均衡发展。

2. 授权专利及获奖情况：软件著作权（14项），详见九知识产权。

### 3. 关键技术与创新

1) 构建了多期本底影像库：突破了多源多时相全国生长季时相影像数据自动优选技术，构建了基于任务驱动的大区域卫星影像自动化并行处理，建立了四期基准统一的全国2米级生态环境遥感影像本底数据库，将全国生态监测评价影像分辨率从15米提高到2米。

2) 突破了自动变化检测技术：建立了全国生态环境用地遥感样本数据“提取、核查、反馈”更新机制，首次建立了2米级全国生态环境用地变化样本数据库，样本记录超过100万条；提出了基于全卷积神经网络的预动态变化信息自动提取算法，形成了全国分区的迁移学习变化信息自动提取模型库，变化检测召回率84.82%，准确率81.76%。

3) 形成了新型业务模式：突破了遥感影像自动化无损切片、多级海量瓦片数据管理、快速服务响应等技术，研制了卫星影像即时服务系统，建立了监测影像底图生产、预动态图斑智能提取、数据成果快速发布的“即时生产、即时分发”新型业务模式。

4) 建立了监测服务网络：建成了全国生态环境监测评价遥感监测服务网络，面向各省标准化本底影像和预动态变化服务，实现了国家和31个省市互联互通和一体化业务运行，响应时间小于100毫秒，支持1000用户并发访问，工作周期缩短了10个月，数据精度提高了8%以上。

### 4. 应用推广及效益情况

项目解决了生态环境监测评价中影像分辨率低、时效性差、生态用地变化提取效率低等突出问题，保障了3年来国家级生态环境监测与评价工作业务化开展，为“全国生态环境监测与评价”和“国家重点生态功能区县域生态环境质量监测评价与考核”国家级评价提供关键技术支撑。项目直接合同额1428.5万元，各省站利用项目成果广泛开展生态环境监测与治理等应用，产生良好的社会效益和生态效益，成果按照市场预算标准计算，产生的间接经济效益约2.6亿元。

### 三、科技创新

#### 科技创新（限5000字）

##### 1. 立项背景

长期以来，经济社会的快速发展是以生态环境破坏为代价的，生态问题越来越突出，定期开展生态环境监测与评价，可系统地掌握生态环境状况及其变化特征，有助于经济发展和生态环境保护的综合决策、产业结构优化和经济增长方式的调整，有助于加快生态保护与修复。

遥感技术可开展生态环境大面积同步观测，时效性强，但如何快速实现从卫星数据快速提取生态变化信息影响着我国生态环境监测业务化应用进程。从2006年起，中国环境监测总站牵头组织全国31个省（自治区、直辖市）环境监测中心（站）利用Landsat、环境卫星系列等多源遥感数据，运用地学分析、GIS&RS等综合解译技术，对我国陆域生态环境进行监测，按《生态环境状况评价技术规范》（HJ192 2015）对全国、省域、县域生态环境状况进行综合评价，编写完成了2006到2019年13个年度《全国生态评估报告》，为《中国环境质量报告》和《中国环境状况公报》提供了生态环境质量方面的内容。该报告利用综合指数整体刻画了区域生态环境状态值，实现了生态环境质量的时空对比分析，为大尺度环境管理提供了科学支撑。2017年以前《全国生态评估报告》统一采用中低分辨率影像为基础数据，作业模式采用国家总站总体组织，各省站独立作业生产的方式，由于数据获取方式、数据处理时效等滞约因素，《全国生态评估报告》现势性一般滞后一年。

本项目研究基于卫星遥感的生态环境地物变化快速提取关键技术，建立了生态环境卫星遥感监测技术解决方案，实现了卫星监测数据即时实时处理，提高了生态监测评价工作的时效性，提升了国家级生态环境监测技术能力，解决了全国年度生态环境评估精度低、时效性差、生态用地变化提取效率低等难题，带动并促进了生态保护能力均衡发展。

##### 2. 详细技术内容

###### （1）总体思路

本项目旨在解决当前全国年度生态环境监测与评价时效性低、精度差、效率低等问题，通过多源多时相全国生长季时相卫星影像数据自动优选、基于全卷积神经网络的预动态变化信息自动提取、遥感影像及成果即时发布等关键技术攻关，构建多期本底影像库，实现生态环境要素自动变化检测，形成监测影像底图生产、预动态图斑智能提取、数据成果快速发布的“即时生产、即时分发”新型业务模式，建立全国生态环境监测评价遥感监测服务网络，实现国家和31个省市互联互通和一体化业务运行，提升国家级生态环境监测与评价的时效性和效率，促进全国生态环境监测评估技术水平的均衡发展。

###### （2）技术方案与创新成果

本项目全面围绕全国生态环境监测的数据获取、影像生产、动态图斑提取、生态评估的业务工作展开：

1) 多源遥感数据自动优选与统筹获取技术：研究了基于多光谱快视图的云覆盖区

域检测技术，构建了多源卫星影像归一化元数据库，建立了基于多要素的最佳生长时相卫星影像优化利用分析模型，实现了多源海量遥感影像生长季时相数据智能优选。自2016年到2019年度全国生长季（依据我国地表生态格局特点，将全国分为北方6至9月、中部5到10月、南方1到3月、10到11月的地域和时间窗口约束）覆盖率逐年提升到82.75%。

2) 全国生态环境本底影像库建设技术：研究了面向光学卫星的改进型影像去雾技术，突破了基于近红外波段的植被信息增强和多源卫星影像自适应参数色彩增强的多源卫星遥感影像自适应调整色彩增强技术；搭建了基于任务驱动面向多重应用需求的影像一体化生产工艺流程，实现月度中间单景数据成果“月度+7D”、年度高质量镶嵌底图“年度+1M”的高效生产。构建了2016到2019年4期全国2米级高精度高时效性生态环境本底影像库，统一了全国生态环境监测底图数据基础，实现了在最佳生长时相国产卫星影像的全国全覆盖，将空间分辨率从15米提高到2米，相对精度优于5米。

3) 生态环境预动态变化信息提取与样本库建设技术：首次建立了2米分辨率全国生态环境用地变化样本数据库，样本记录超过100万条；设计了端到端的全卷积神经网络模型，采用resnet结构和空间金字塔池化，提高变化边界检测的准确性和变化地物识别的鲁棒性，采用多任务学习策略，进一步提高了准确率。考虑全国单一模型普适性差的问题，将全国分区域进行模型训练，引入迁移学习技术解决区域差异化问题，构建全国稳健的预动态提取模型库。研制了生态环境监测预动态信息提取系统，采用GPU加速技术，提取速度可达10平方公里/s。完成了2017与2018年和2018与2019年2期全国生态变化预动态图斑自动化提取，经各省站外业核查和使用评价，变化提取召回率提升至84.82%，准确率提升至81.76%，相比于传统人工作业模式大大提高了生态环境监测变化图斑提取的精度和效率。

4) 卫星遥感监测成果发布技术：突破了遥感影像自动化无损切片、多级海量瓦片数据管理、快速服务响应等技术，研制了卫星影像即时服务系统，响应时间小于100毫秒，支持1000用户并发访问，建立了国家和31个省市一体化全国生态环境遥感监测评价服务网络。

5) 生态环境监测技术体系：建立了监测影像底图生产、预动态图斑智能提取、数据成果快速发布的“即时生产、即时分发”新型业务模式，建成了全国生态环境监测评价遥感监测服务网络，实现了国家和31个省市互联互通和一体化业务运行，工作周期较以往缩短了10个月。

佐证材料：①科技成果评价意见（1份，附件1）；②测评机构评价（1份，附件2）；③国家查新机构评价（1份，附件3）；④软件著作权登记证（14项，九知识产权）；⑤技术服务合同与验收意见（6份，附件8）；⑥相关论文（33篇，附件9）。

项目成果评价：中国地理信息产业协会组织专家对自然资源部国土卫星遥感应用中心等单位共同完成的“基于卫星遥感的生态环境地物变化快速提取关键技术研究与应用”项目科技成果进行了评价。评价委员一致认为：“项目成果具有创新性和先进性，在全国生态环境监测评价卫星遥感变化快速提取和业务化、工程化应用的创新成果，总体达到国内领先水平”。

测评机构评价：中国软件测评中心受北京国测星绘信息技术有限公司的委托，于2019年4月21日至2019年4月25日对《国产高分卫星影像即时服务系统进行测试》，测试按照GB/T25000.512016《系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价（SQUARE）第5.1部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则》、DB11/T 10122013《软件产品登记测试通用技术规范》进行。软件在测试环境中运行稳定，操作简便，可以通过中国软件测评中心的软件产品登记测试。（附件2：软件产品登记测评报告）

国家查新机构评价：机械工业信息研究院受自然资源部国土卫星遥感应用中心委托，按确定的查新要求 and 关键词，对项目“基于卫星遥感的生态环境地物变化快速提取关键技术研究与应用”进行了查新，经文献检索并对相关文献分析对比，在相关文献中未见与该项目所述技术特征相同文献报道。（附件3：科技查新报告）

### （3）实施情况

项目打破了传统的卫星影像服务模式，为“全国生态环境监测与评价”和“国家重点生态功能区县域生态环境质量监测评价与考核项目”两项国家级评价工作提供了关键技术支撑。在各省级的区域生态监测与评价和功能区县域评价和考核中进行全面应用。

佐证材料：用户情况和技术服务合同与验收意见（25份，用户情况报告和附件8）

#### 3. 创新点

创新点1:突破了多源多时相全国生长季时相卫星影像数据自动优选技术，制定了基于任务驱动的自动化 workflows，实现了大区域卫星遥感影像并行快速处理，构建了四期高精度、高时效性的全国2米分辨率生态环境本底影像库，统一了全国生态环境监测的影像数据基础，全国生态监测评价影像数据库分辨率从15米提高到2米，实现了生态环境监测卫星底图质与量的双标准提升。

所属学科：摄影测量与遥感

佐证材料：①科技成果评价意见（1份）；②软件著作权登记证（7项）；③相关论文（7篇）；④应用证明及技术服务合同（21份）。

创新点2:首次建立了全国2米分辨率生态环境预动态变化样本数据库。针对样本数据类型单一、数量不足、地区分布不均、针对性差、准确性低等问题，建立了样本数据“提取、核查、反馈”更新机制；提出了基于全卷积神经网络的预动态变化信息自动提取算法，结合特征表示的迁移学习技术构建了生态环境变化信息自动提取模型库，为解决生态环境监测变化图斑提取人工效率低、监测周期长等难题提供了技术方案，提升了国家生态环境监测变化图斑提取的精度和效率。

所属学科：摄影测量与遥感

佐证材料：①科技成果评价意见（1份）；②软件著作权登记证（3项）；③相关论文（7篇）；④应用证明及技术服务合同（21份）。

创新点3:构建了全国影像图成果与生态环境监测预动态图斑“即时生产、即时分发”的业务工作机制，研发了卫星影像即时服务系统，解决了遥感影像自动化无损切片、多级海量瓦片数据管理、服务响应速度及吞吐量等技术难题，实现了卫星影像产品与监测信息的快速获取与“7x24”小时不间断访问。

所属学科：摄影测量与遥感

佐证材料：①科技成果评价意见（1份）；②软件著作权登记证（2项）；③相关论文（7篇）；④应用证明及技术服务合同（21份）。

创新点4:首次构建了基于国产多源卫星影像数据的全国生态环境遥感监测技术解决方案，打破了传统的卫星影像服务模式，建立了“1+31”的全国生态环境监测评价的基础数据服务网络，使全国生态监测与评价工作周期缩短了10个月，数据评价精度较以往提高了8%以上。连续3年成功地业务化应用于全国生态环境监测工作，提高了生态环境监测与评价的自动化、信息化水平。

所属学科：摄影测量与遥感

佐证材料：①科技成果评价意见（1份）；②软件著作权登记证（2项）；③相关论文（7篇）；④应用证明及技术服务合同（21份）。

4. 保密方面：本项目不涉密。

5. 国内外比较：

1) 在全国生态环境本底影像库建设方面：首次建立了四期基准统一的全国2米分辨率生态环境遥感影像本底数据库，实现了在最佳生长时相国产卫星影像的全国全覆盖，将空间分辨率从15米提高到2米，相对精度优于5米，最佳生长季时相覆盖率逐年提升到82.75%。较以往部分省的生态环境本底数据库实现全国全覆盖；较以往全国高分辨率影像库产品满足生态环境监测生态格局季节性时相和高现势性需求。

2) 在生态环境预动态变化信息提取方面：首次建立了2米级全国范围生态环境预动态变化样本库，体量达到百万级，样本经过各省站外业核查和用于全国生态评估使用，确保了样本的精度。基于样本分区分级管理策略，达到了样本库高可用性，在国内外同行业中，样本体量、精度、样本管理策略等都达到了较先进的水平；采用多任务学习、迁移学习策略，构建了全国预动态提取模型库，采用GPU加速技术，自动化提取速度达到了10平方公里/s的响应，短期内完成了全国陆域范围的生态环境预动态提取，摆脱了传统人工作业效率低、监测周期长的技术难题，基本实现了AI为生态环境监测赋能。

3) 在即时服务性能方面：开启互联网+遥感的创新应用模式，全自动化海量数据管理、发布和实时分析能力，突破了性能瓶颈，针对目前传统算法及商业GIS软件在大数据量栅格影像快速瓦片化方面的不足，提出了基于MPI共享外存的并行技术，利用多线程和ZSTD数据压缩技术对原始栅格影像进行数据划分，在速度和算法稳定性上有显著优势，实现了服务毫秒级响应。

4) 生态环境遥感监测服务模式方面：首次构建了服务生态环境监测业务的数据获取、影像生产、影像即时服务、预动态自动化提取与精度评价、变化图斑即时服务的卫星影像服务解决方案；首次构建了全国影像图成果与生态环境监测预动态图斑“即时生产、即时分发”的卫星影像服务模式，打破传统的影像服务模式，利用深度学习与互联网+技术支撑卫星影像深化应用于生态环境监测业务。

佐证材料：①科技成果评价意见（1份，附件1）；②国家查新机构评价（1份，附件3）

## 四、推广应用情况

### 1、推广、应用情况及社会评价（限 2000字）

#### 1、推广、应用情况及社会评价

在项目支撑下，全国各省级生态环境监测部门持续化接收了即时分发服务的2米级卫星影像底图产品和生态变化预动态图斑数据，实现了各省生态环境监测与评价的业务化运行。完成了2017年、2018年、2019年《全国生态评估报告》报告编写。

各省级生态环境监测部门不遗余力的挖掘高分辨率卫星影像数据和预动态图斑产品的最大价值，北京、甘肃、江苏、四川等16个省市在自然保护区界线矢量化、海岸变迁调查评估、自然保护地人类活动干扰遥感监测等专项工作中得到了很好应用，提供了重要的信息支撑。（附件：北京市、甘肃省等16省生态环境监测中心（站）应用证明）

内蒙古在自治区两海一湖动态监测、旗下营物流园区应急监测、康巴什等生态文明示范县创建、重点生态县域核查、生物多样性优先保护规划、重点流域水生生物多样性保护方案编制、自然保护区监管等方面开展了应用。（附件：内蒙古自治区环境监测中心站应用证明）

广东省在肇庆市、深圳市宝安区、佛山市高明区等国家生态文明建设示范市（区）创建、重点生态县域核查、国家网和省级网土壤监测点位布设等方面开展了应用。（附件：广东省环境监测中心应用证明）

辽宁省在辽中南城市群生态状况评价、滨海湿地和岸线变化分析、鸭绿江流域生态功能及格局特征分析等方面进行了应用。（附件：辽宁省环境监测中心应用证明）

新疆维吾尔自治区在塔里木河尾间台特马湖区域生态环境调查评估及综合质量前期研究、自治区农用地土壤污染状况详查点位布设、塔里木河下游生态状况调查评估进行了应用。（附件：新疆维吾尔自治区生态环境监测总站应用证明）

山东省在威海、诸城等生态文明市县创建、重点生态县域核查、生态红线划定、生物多样性优先保护规划、自然保护区监管等方面开展了生态遥感应用。（附件：山东省生态环境监测中心应用证明）

黑龙江省内开展了虎林及东方红林业局辖区范围内“两区”划定、三北防护林变化监测、高分四号卫星数据处理及应用、肇源县江堤破拆清理、机场净空障碍物测量等项目应用。（附件：自然资源部第四地形测量队应用证明）

本项目成果，一方面为省级生态环境监测部门积累了有价值的资料和数据业务化应用实践经验，有效解决了获取数据渠道不畅、影像纠正精度低、生态类型动态信息提取不全、效率低等问题，有利于推进高分遥感数据在地方环境监测中的应用和各省生态状况监测与评价能力提升。

#### 2、预期应用前景

面向生态监测的卫星遥感技术解决方案和即时服务模式可延伸应用于地表环境变化监测的各类调查评估工作中。以生态环境评价为应用示范，效果显著，后续可广泛应用于防灾减灾、农林水利、城市规划等行业领域。用户群体可包括国家部委、各省级单位、商业群体和公益组织机构。面向用户提供标准化、专业化、定制化的遥感技

术服务，满足深度应用需求，提升遥感影像处理能力及服务水平，促进卫星遥感应用的工程化、业务化、精细化发展，形成政府及行业部门购买遥感影像服务的长效机制。面向广阔的市场需求，项目成果具有更广阔的业务应用需求和产业化前景。

(1) “千里眼”把脉地表环境变化：“千里眼”可以看穿地球的实时变化，更可以在多颗眼睛的注视下为地球健康把脉。卫星遥感观测可以大区域，实时、快速表达地表覆盖情况；多源卫星协同获取提升时间、空间分辨率，更贴近真实地物变化的连续性；长时间序列观测研究人类活动对地表变化的影响，“千里眼”助力地表覆盖变化监测水平走向现代化、精细化。

(2) 专业化遥感监测服务助力行业业务化运行：依托卫星遥感技术的生态环境监测解决方案，提供标准化、即时化的卫星影像和预动态变化图斑产品，以最大速度提高从原始影像到信息产品服务的转换效率，为行业用户减少在信息产品使用前的技术和精力投入，主力在业务的专业能力提升和应用需求挖掘，促进行业业务体系规范化、业务化、信息化运行。开展省级联合示范，建立新型生态环境保护模式，对经济活动发达生态破坏严重区域进行高频率主动监测，建立示范区，激活生态保护活力，拉动和扩张生态环境遥感监测模式，提升卫星遥感监测能力，为生态环境监测的可持续发展提供持续专业的卫星影像服务保障。

(3) 助力生态保护与修复，支撑政府决策：面对生态环境境况，如何保持经济发展和生态平衡是政府决策部门面临重大难题。每一寸土地的变化及其生态破坏影响程度的定性和定量研究对生态环境的保护与修复至关重要。实行自然资源和生态环境的年度报告制度，开展山水林田湖草和生态环境质量的现状和动态主动评价，通过卫星遥感技术实现地表覆盖变化的即时监测，为建立生态安全功能区划，优化生态空间和自然资源利用，发挥可用的开发改造闲置用地，减少开发建设活动对生态空间的挤占，合理避让生态环境敏感和脆弱区域等重大国家国土、生态安全战略等提供数据支撑，辅助政府决策。