附件

**2023年度自然资源科技进步奖推荐公示内容**

1. **成果基本情况**

**1、成果名称：**林火空天地智能监测与预警关键技术及应用

**2、推荐专家：**唐守正 院士

**工作单位：**中国林业科学研究院

**职 称：**中国科学院院士，研究员，博士生导师

**3、推荐等级：**自然资源科技进步 一等奖

**4、主要完成人：**符利勇，业巧林，谭靖，陈巧，覃先林，王秋华，景维鹏，庞丽峰，贺鹏，陈金培，封晓强，张武，邢键，范习健，吴勇

**5、主要完成单位：**中国林业科学研究院资源信息研究所、南京林业大学、航天科工（北京）空间信息应用股份有限公司、西南林业大学、东北林业大学、国家林业和草原局中南调查规划院、千寻位置网络有限公司、昆明市林火防控和林草信息中心、南京恩博科技有限公司

1. **推荐意见**

同意推荐。

1. **成果简介**
2. **所属科学技术领域**

该成果属于森林资源火灾防控与管理领域。森林火灾突发性强、破坏性大、处置救助极为困难，林火监测工作是国家防灾减灾工作的重要组成部分。近年来，我国森林防火科技工作取得了显著成绩，但仍难以满足森林防火监测与应急管理工作需要。目前，我国森林防火监测主要采取地面巡护、瞭望塔监测、卫星遥感、航空巡护、无人机巡护等手段。其中，地面巡护受到复杂林区环境影响,效率低；瞭望塔监测覆盖面较大、效果较好,但受瞭望塔数量及人为因素限制，盲区大，监测准确率低；卫星遥感方式探测范围广、搜集数据快而且收集资料不受地形条件的影响，但受探测分辨率限制，难以实现高精度监测，时间有滞后；航空巡护视野宽、机动性大、速度快，但巡护成本高、存在安全隐患，同时受夜航和环境因素影响大，难以长时间连续监测且尚未形成规模化应用，亟需协同卫星遥感、无人机、地面林火监测预警和灾后损失智能化评估相结合的空、天、地“三位一体”森林资源火灾防控与管理，实现覆盖灾前、灾中、灾后全阶段的森林火灾实时智能监测与综合监管。

1. **主要技术内容**

针对我国当前森林资源火灾防控与管理中存在的地面巡护效率低，瞭望塔防火监测受人为因素限制，盲区大、准确率差，卫星遥感监测受重复周期及探测分辨率限制，难以对林区进行连续高精度、机动灵活的监测。因此，本成果集中开展灾前林火预测预报、灾中早期森林烟火识别和定位以及灾后损失评估等关键技术攻关，研建以天基网为基础的卫星遥感、无人机、地面林火监测预警和智能化灾后损失评估相结合的空、天、地“三位一体”森林防火智能监测与应急处理平台，实现覆盖灾前、灾中、灾后全阶段的森林火灾实时智能监测与综合监管，提高林火监测精度、预警时效和损失评估准确率，推动森林防火管理智能化。主要内容如下：

**（1）针对灾前风险评估与监测预警**，构建森林火灾风险评估与预警监测技术体系。开发基于多源融合多尺度深层次特征的遥感数据空谱融合算法，为林火风险评估预警监测提供精度保证；创建全国尺度四级可燃物分类体系，研制了全国森林、灌木和草本可燃物类型分布图；创立全国森林火险预警参数定量监测方法。基于以上技术突破，构建森林火灾风险评估与预警监测技术体系，实现大范围、高精度的灾前风险预警监测。

**（2）针对灾中早期烟火识别定位**，构建“空-天-地”多模型感知的高效灾中早期森林烟火精准识别和定位技术体系。创立距离结构-稀疏驱动的森林火灾鲁棒判别视觉表征技术、基于卫星遥感影像的着火点自适应阈值检测方法和高精度火点定位技术；链接千寻知寸（FindCM）厘米级高精度定位网络，突破无人机高效一体化“小目标”特征判别分析方法；创新设计基于高山视频监控影像的鲁棒多视角森林烟火检测体系、双光融合技术及GIS空间多点位视频图像火点定位技术。集成系列创新技术构建“空-天-地”多模型感知的高效灾中早期森林烟火精准识别和定位技术体系，实现实时、高精度的监测。

**（3）针对灾后损失智能化精准评估**，建立灾后损失智能化精准评估技术体系。提出高空视野下轻量型遥感火烧迹地高精度检测技术，提升无人机火烧迹地遥感图像分割任务性能；开发邻域内插-邻域平滑-双正切树冠边界识别算法体系，提升机载激光雷达点云数据的株数识别精度；构建含随机效应和度量误差的森林生物量预估模型，推演“生物量—直径模型”和“直径—冠幅反演模型”相容性方程系统，降低灾后森林生物量计测估计偏差。应用三大核心技术集成建立灾后损失智能化精准评估技术体系，实现灾后损失精准化、精细化评估。

**（4）针对森林防火智能监测与综合管理**，建立森林草原防火智慧平台，实现了林火空天地智能监测与综合管理。基于以上森林火灾风险评估与预警监测、“空-天-地”多模型感知高效灾中早期森林烟火精准识别定位、灾后损失智能化精准评估等关键技术突破，应用数据库、物联网和软件工程系统集成技术，搭建以天基网为基础的卫星遥感、无人机、地面林火监测预警和灾后损失智能化评估相结合的空、天、地“三位一体”森林防火智能监测与综合管理平台，实现从林火发现、信息上报到巡护核查、应急处理再到灾情检测、灾后定损的一体化林火监测综合智能监管功能。

1. **客观评价**

面向国家高效高频森林火灾精准监测与应急管理重大需求，成果完成人研建了卫星遥感、无人机、地面林火监测预警和灾后损失智能化评估相结合的空、天、地“三位一体”森林防火智能监测与应急处理平台，实现了覆盖灾前、灾中、灾后全阶段的森林火灾实时智能监测预警与综合监管，为推进我国森林防火专业化进程，筑牢森林防火安全屏障提供了重要的理论与技术支撑。针对灾前阶段，提出了基于多尺度深层次特征的多源遥感数据空谱融合算法，创建了全国尺度四级可燃物分类体系，实现了大范围、高精度灾前风险预警；针对灾中阶段，提出了基于鲁棒多视角的高性能森林烟火识别技术，构建了结构稀疏驱动的鲁棒视觉表征模型，创立了基于网络RTK和SSR空间域差分定位的高精度烟火点定位技术，实现了灾中早期“小目标”森林烟火实时精准识别和定位；针对灾后阶段，提出一种高效的轻量型火烧迹地检测网络（BASNet），构建了邻域内插-邻域平滑-双正切树冠边界识别算法，提出了含随机效应和度量误差的森林生物量反演模型理论体系，实现了灾后损失精准化、精细化评估。该成果总体达到国际先进水平。

该成果在20余省区的森林和草原防火中得到应用，尤其支撑了2022年北京冬奥会森林防火保障、有效提高了建设区森林防灭火能力，显著降低了森林火灾发生率，综合社会经济效益显著。目前，部分成果已纳入国家林草局生态网络感知系统，应用推广条件充沛、前景广阔。

1. **主要知识产权目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 发明专利 | Method for evaluating canopy cover based on airbone Lidar data | 南非 | G06K 2022/09549 | 2022/11/20 |  | 中国林业科学研究院资源信息研究所 | Fu L, Chen Q, Ma Z, Pang L, Wang S, Lei Z. | 有效 |
| 发明专利 | Method for estimating vegetation coverage rate change in desert area | 卢森堡 | LU500262 | 2021/9/6 |  | 中国林业科学研究院资源信息研究所 | Fu L, Ye Q, Chen Q, Liu Q, Luo P, Ling C, Meng X. | 有效 |
| 发明专利 | Method for analyzing the influence of topographic heterogeneity on the distribution of erythrina species | 卢森堡 | LU500271 | 2021/11/06 |  | 中国林业科学研究院资源信息研究所 | Fu L, Ye Q, Chen Q, Liu Q, Luo P, Ling C, Meng X. | 有效 |
| 发明专利 | A real-time forest fires detection system based on robust multi-modality learning. | 卢森堡 | LU500123 | 2021/03/05 |  | 中国林业科学研究院资源信息研究所 | Fu L, Luo P, Ye Q, Ling C, Cheng Y, Kang X | 有效 |
| 发明专利 | Forest fire identification method based on multi-view robust bilateral twin vector machine. | 卢森堡 | LU500550 | 2021/08/18 |  | 中国林业科学研究院资源信息研究所 | Chen Q, Liu Q, Ye Q, Fu L, Luo P, Ling C | 有效 |
| 发明专利 | 一种灵活切割烟雾鲁棒特征提取方法 | 中国 | ZL 2021 1 0799162.6 | 2024/03/19 | 6801790 | 南京林业大学 | 业巧林;符利勇;王超;麻磊;吴福明 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于独立共享空间距离度量学习的无人机多视图火人烟识别方法 | 中国 | ZL 2021 1 0799165.X | 2024/03/22 | 6815097 | 南京林业大学 | 业巧林;俞一凡;符利勇;罗鹏;高德民;范习健 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 无人机森林防火巡护监控系统V1.0 | 中国 | 2023SR1323885. | 2023/06/01 | 11911058 | 中国林业科学研究院资源信息研究所. |  | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 无人机防火应急指挥系统v1.0. | 中国 | 2023SR1255795 | 2023/06/01 | 11842968 | 中国林业科学研究院资源信息研究所. |  | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 无人机防火灾后评估系统v1.0. | 中国 | 2023SR1247439 | 2023/06/01 | 11834612 | 中国林业科学研究院资源信息研究所. |  | 有效 |