**《西南山地生物多样性保护监管的关键技术创新及应用》**

项目信息

**一、项目名称**

西南山地生物多样性保护监管的关键技术创新及应用

**二、提名者及提名意见**

提名者：西南林业大学

提名等级：云南省科学技术进步奖二等奖

提名意见：面对行业部门从上到下开展生物多样性保护监管的重大需求，在多源多分辨率遥感图像光谱和坐标对齐，人为活动遥感监测与智能识别，入侵生物和森林灾害监测预警，生物多样性快速评估与空缺分析，生态补偿的货币价值评估等取得关键技术突破。创建了基于空间高新技术的高效率、高效益的数字化保护监管技术体系，解决了占陆域18%的保护地监管中数据、指标和技术方法统一，监测评估结果可比的难题。实现了生物多样性保护威胁因子的早发现、提前预报预警、实时监督和促进整改。技术成果研究方法经济可行，分析论证充分，结果可靠，行业支撑应用面广、效果显著，同意申报2024年度云南省科学技术进步奖（社会公益项目类）二等奖。

**三、项目简介**

西南山地是国际生物多样性热点地区之一，长期以来地方经济发展与生物多样性保护的冲突和矛盾一直存在，缺乏长效的可持续发展管理，从而易出现破坏生物多样性、影响生态环境的事件。行业部门开展严格的综合监管，依法依规开展执法执纪监督，督促地方政府纠正错误、完善保护政策及行动规划、制定更为全面的保护措施，提高治理成效，是遏制生物多样性丧失、提高生态环境质量，有针对性地解决保护中存在的各类问题，是提高保护成效的有效办法。自然保护区是中国生物多样性保护的主阵地，保护地系统是生物多样性保护、生态环境质量和生态服务功能维护的完整载体。我国现有高达1.18万个自然保护地，占国土陆域面积的18%，生物多样性保护的综合监管对象复杂、任务量巨大。以野外观测为主的生物多样性保护现状的调查，由于其人财物资源耗费大、时间周期长，已难以满足尽早发现问题、及时预报预警、实时监督及督促整改、定期评估绩效和奖勤罚懒的综合监管需求。挖掘和利用卫星遥感、GIS分析模拟等现代空间科学技术，以经济技术可行的方式提高生物多样性保护监管的效率和效益，是行业科技进步中亟待解决的重大科技难题。针对以上问题，研究团队在国家基金项目、国家重点研发子课题等项目支持下，围绕行业部门开展生物多样性保护监管的核心业务，基于卫星遥感、GIS及地理大数据分析、地理模拟和可视化理解应用等空间技术，解决生物多样性保护中的高效率、高效益监管问题。在卫星图像对齐的基础处理、图像增强和微变化识别、人为活动智能解译和空间影响建模分析，外来物种入侵和森林灾害监测预警，基于变化指标和连续函数的保护成效评价，基于地理环境大数据的生物多样性快速评估和保护空白分析，融合珍稀濒危特征的森林资源资产货币价值评估与生态补偿辅助决策，数字化监管应用等方面开展研究。成果主要创新点如下：

**创新点1：创建了多源多尺度遥感光谱、坐标对齐，人为活动及威胁的遥感智能识别和基变量遥感建模的技术方法**

遥感图像坐标对齐和光谱对齐，是从上而下开展生物多样性保护监管的重要基础，针对现有技术未能解决多源多分辨率遥感图像的高效几何精确纠正、传感条件影响消除及光谱纯净化和度量基准的问题，提出“基于DEM地性线的卫星遥感图像自动几何精纠正技术”、“散射光及传感条件消除技术”及“光谱相对定标和彩色无缝拼接技术”。针对人为活动时空量化困难，数据海量且难以管理的问题，提出基于人为活动及植被微变化图像增强的自动化提取方法，创建了融合夜视灯光和地理环境约束变量的灯光遥感指数的人类活动影响力基线技术。解决了自然保护地的人为割裂和孤岛效应、道路建设的影响评估、人为活动自动识别和威胁评价等应用问题。

**创新点2：构建了基于矩阵和精准生态幅函数的外来物种及森林灾害监测预警技术方法**

外来物种入侵和病虫害，野火等生物灾害是生物多样性丧失、生态环境破坏的重要因素，其早期监测预警，是生物多样性保护中的重要监管内容。针对广袤野外高密度的人力调查、物联观测等监测预警，其技术经济可行性不足的问题，研究创建了基于遥感、地理模拟和概率化表征为基础的生物灾害监测预警方法。以卫星遥感、无人机多光谱遥感数据为基础，进行入侵生物、病虫害、火灾及受损程度的微变化识别和检测，提出了基于地理空间大数据和环境遥感指数的主要生态灾害测报预警的技术方法。以少量的观测样本作为输入，依靠归一化地学指标变量，基于空间地理栅格的矩阵模型及0～1测度，实现了有害生物和野火的监测预警风险评估，为生物多样性保护中防控管理实践提供新技术。

**创新点3：首次提出了基于变化量及连续函数的全国统一度量的保护成效快速评估方法**

快速、高效评估保护地的保护成效，并识别生物多样性保护管理中存在的问题，奖勤罚懒，严格执纪执法，监督和督促基层制定科学的保护管护计划，开展有效的保护行动，是保护管理的主要工作。现有保护成效评估中传统地面观测主导存在效率低，直接使用生物多样性指标等进行保护成效评估存在横向、纵向对比难，“分区间量化打分”方法易造成评价指标量化阶跃误差等问题。研究首创了以单位时间间隔、单位面积、单位变量上的评价指标的变化量Δx的规范化计算方法，以替代原评价指标x，并构建Logistic连续函数模型，以替代区间量化打分建模方法。同时，提出野外指标的遥感、地学指标的建模方法，以减少地面调查指标的数量，并形成全国通统一度量的，以遥感、地学指标为主导的保护成效评估方法。

**创新点4：原创了基于地理环境指标的生物多样性快速评估及保护空缺分析方法**

生物多样性富集区、高价值生态景观分布区，是自然保护地建设、保护网络系统优化，以及保护行动制定的科学依据。传统生物多样性评估，多采用α、β指数，Shanon-wiener等指标方法，且依靠长期大量野外样本观测，而地理环境的复杂多样性和水热指标是决定生物多样性的基础。项目创建了基于遥感与地理环境变量、人为活动变量的生物多样性地理空间指示的新地学指标，实现了高效、精精细化的生物多样性快速评估和制图。并融合可快速收集的植被及景观遥感指数等地理环境大数据，构建了30m～250m尺度的地理栅格单元的生物多样性快速精准评估与制图，并通过叠加分析，快速发现和确定保护空白，以发现和确定各生态系统类型保护中不足，支撑保护地网络的优化设计、廊道分析、生态修复和治理等。

**创新点5：首创了基于生物多样性珍稀濒危特性的森林资源资产货币化价值评估方法**

森林生态系统是生物多样性承载的重要基础，针对当前国家对森林等自然资源提出的资产化及权益管理需求，在自然资源部颁布国家级森林资源资产价格的基础上，充分考虑云南生物多样性富集、珍稀濒危特性显著，森林资源市场交易极不活跃，难以直接进行森林资源价格定价的问题。提出在遵循国家级森林资源价格的基础上，在经济技术可行原则下，构建基于云南地理环境大数据，综合水热指标和社会经济发展指标的栅格分析方法表征地块生物多样性承载等级，并构建了省级县域尺度及县级图斑尺度的货币价值评估方法，为政府的财政转移支付、生态补偿等生物多样性相关权益管理工作决策提供参考。

项目通过10余年的研究发应用，获得授权发明专利11项，其中国际发明专利1项，计算机软件著作权5项；国家级译著1部，发表代表性论文41篇。

成果于2013——2018年间应用于云南省生态环境厅，开展了“云南省自然保护区基础调查与评价”、“云南自然保护地生态环境综合监管GIS平台（公众版）”、“云南自然保护区保护成效评价标准研究及应用示范”、“云南省自然保护区管理GIS系统”及“云南省生物多样性管理GIS信息系统”，研发了5项业务软件系统，支撑了云南省保护区与生物多样性规范化采集管理、人为活动遥感监测核查分析、建设项目对保护区及生物多样性影响分析、公众参与保护区监督与违规举报，为全国自然保护地保护成效评价和综合监管提供了基础。并支撑了生态环境部自然生态保护司年度任务——全国性自然保护区基础调查与评价、“绿盾”自然保护区监督检查；成果于2021——2023年间应用于云南省自然资源厅权益管理项目中，支撑了试点地区的全民所有森林资源的货币价值核算，支持了生物多样性胁迫问题的发现和识别，为制定和完善保护行动计划，提高保护成效，建立生态补偿和财政转移支付机制提供了货币价值分析方法；成果于2014——2022年应用于曲靖市生物多样性保护实施方案编制，香格里拉国家公园的生态环境质量监测评估及石林国有林场的占补平衡中，支撑了生物多样性保护监管中保护胁迫问题的识别，保护成效的提升及与生物多样性保护密切的国有林地资源的保护管理实践。

成果主要解决生物多样性保护中的高效率、高效益，保护监管至上而下的问题，及时发现生物多样性保护监管中的问题，极大减少生物多样性破坏事件的发生，通过全国及全省等多层次的应用表明，成果具有保护全人类生物多样性、维护生态安全、确保生态建设成果的重要生态及社会效益。

**四、主要完成人（完成单位）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **姓 名** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 1 | **叶江霞** | 生物多样性胁迫的人为活动监测、遥感评估、外来物种监测预警研究及应用示范，对创新点1、2、3及 5有重要贡献。 |
| 2 | **张建亮** | 人为活动影响评估、生物多样性保护成效评估指标体系研究，对创新点1及3有重要贡献。 |
| 3 | **王艳霞** | 对云南省自然保护区基础调查与采集、生物多样性保护成效评估及保护空白分析，对创新点2、3及 4有重要贡献。 |
| 4 | **王 智** | 保护成效指标体系构建及全国及云南省应用示范，对创新点3、4有重要贡献。 |
| 5 | **周汝良** | 遥感图像光谱、几何对齐及增强研究，对创新点1、3及4有重要贡献。 |
| 6 | **邓忠坚** | 云南生物多样性保护及监管业务系统研发及应用示范，对创新点1有重要贡献。 |
| 7 | **石 雷** | 人为活动遥感评估及外来物种监测预警研究，对创新点1，2、3有重要贡献。 |
| 8 | **魏晓燕** | 外来物种及野火灾害监测预警、生物多样性资产货币化价值评估研究及云南省自然资源厅，对创新点2及5有重要贡献。 |
| 9 | **周峻松** | 生物多样性特征资产货币化价值评估研究及云南省自然资源厅，对创新点5有重要贡献。 |
| 10 | **吴明山** | 典型区域生物多样性、生态环境质量监测评估及应用示范，对创新点4有重要贡献。 |
| 11 | **杜 婷** | 外来物种及野火灾害监测预警研究，对创新点2有重要贡献。 |

**五、主要完成单位**

西南林业大学

生态环境部南京环境科学研究所

中国林业科学研究院高原林业研究所

云南省测绘资料档案馆（云南省基础地理信息中心）

**六、代表性论文成果**

**1．授权的代表性发明专利及软件著作权：**

| **序号** | **专利类别** | **专利名称** | **授权号** | **授权日期** | **权利人** | **发明人** | **有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 发明专利 | 一种生态类自然保护地的保护成效评估方法及系统 | CN109657994B | 2020-11-10 | 西南林业大学 | 周汝良,叶江霞,王艳霞 | 有效 |
| 2 | 发明专利 | 一种陆地自然保护区孤岛效应的计算方法 | CN111581755B | 2021-05-18 | 生态环境部南京环境科学研究所 | 张建亮,夏欣,王智 | 有效 |
| 3 | 发明专利 | 一种度量地貌破碎程度栅格化曲面的构建方法及系统 | CN112950779B | 2021-10-29 | 西南林业大学 | 周汝良; 王艳霞 | 有效 |
| 4 | 发明专利 | 基于机器学习及多光谱影像的林木火灾受损信息提取方法 | CN116704212B | 2023-10-27 | 西南林业大学 | 叶江霞;崔中耀;赵爽;全文斌 | 有效 |
| 5 | 发明专利 | 一种自然保护区道路建设项目生态影响评估系统 | CN111652487B | 2021-07-13 | 生态环境部南京环境科学研究所 | 张建亮,徐网谷,钱者东,吕莹莹 | 有效 |
| 6 | 发明专利 | A calculation method for landscape conservation value of terrestrial nature reserve | AU2021107232A4 | 2021-12-29 | Nanjing Institute of Environmental Sciences,Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China | Zhang, Jianliang; LV, yingying; Xu, Jianing; Qu, Chang; Xu,Baokun and Chen, Peng | 有效 |
| 7 | 软件著作权 | 云南省自然保护区管理GIS系统 | 2014SR139639 | 2014-9-17 | 西南林业大学 |  | 有效 |
| 8 | 软件著作权 | 云南省生物多样性GIS数据库系统[简称:YNBGIS(Yunnan Biodiversity GIS)]V1.0 | 2014SR216783 | 2016-12-30 | 西南林业大学 |  | 有效 |
| 9 | 软件著作权 | 自然保护区信息网络平台[简称:ZRBHQXXWLPT]V1.0 | 2016SR131643 | 2016-6-4 | 西南林业大学 |  | 有效 |
| 10 | 软件著作权 | 云南自然保护地生态环境综合监管GIS平台V1.0 | 2021SR0897139 | 2021-6-16 | 西南林业大学 |  | 有效 |

**2. 发表的代表性科技论文：**

| **序号** | **名称** | **刊名** | **作者** | **年卷页码** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Modeling human transmissibility via nighttime light remote sensing for *Hyphantria cunea* propagation pattern prediction | Ecological Informatics | Jiangxia Ye;Wenbin Quan;Ruliang Zhou; Ting Du;Lei Shi\*;Xiaoyan Wei | 2024年80卷102522页 |
| 2 | Optimized stratification approach enhances the weight-of-evidence  method: Transparently uncovering wildfire probability and drivers-wildfire relationships in the southwest mountains of China | Ecological Indicators | Wenquan Wang;Xiangyang Fang;Xiaoyan Wei;Jiangxia Ye\* | 2024年158卷111500页 |
| 3 | Discriminant Analysis of the Damage Degree Caused by Pine Shoot Beetle to Yunnan Pine Using  UAV-Based Hyperspectral Images | Forests | Mengying Liu ;Zhonghe Zhang ;Xuelian Liu ; Jun Yao ; Ting Du ; Yunqiang Ma ; Lei Shi\* | 2020年11卷1258页 |
| 4 | 基于空间矩阵模型及0~1测度的美国白蛾风险格局分析 | 林业科学 | 叶江霞,王敬文,张明莎,周汝良,石雷\* | 2021年57卷第1期141-152页 |
| 5 | 基于地形、水热指标的陆地生物多样性富集度评估——以云南为例 | 云南大学学报(自然科学版) | 王艳霞;丁琨;周汝良\* | 2017年39卷3期481-493页 |
| 6 | 1992—2018年轿子山自然保护区人为活动遥感监测 | 生态与农村环境学报 | 张明莎;刘乾飞;王敬文;蔡―颖;柏智刚;叶江霞\* | 2020年36卷9期1097-1105页 |
| 7 | 拉市海高原湿地省级自然保护区保护成效评估研究 | 林业资源管理 | 郑骁喆;王智;张建亮;董良;张志勇;叶江霞;  周汝良\*. | 2018年01期80-89页 |
| 8 | 云南5个自然保护区生态系统构成及景观格局变化 | 西南林业大学学报 | 王艳霞;叶江霞;黄晓园;周汝良\* | 2016年36卷3期96-104页 |
| 9 | 云南省地形隆起高度与切割深度分析 | 重庆师范大学学报(自然科学版) | 肖丽琼;周汝良\*;龙晓敏;田园. | 2023年40卷2期152-160页 |
| 10 | 基于神经网络优化算法的云南土壤有机质含量数字制图——以景洪市为例 | 土壤通报 | 杨晋帆;杨阳;刘婷婷;周汝良\*;王艳霞;叶江霞. | 2023年第54卷02期274-285页 |