

# 科技助力林草有害生物防控技术 快步发展

刘洋洋<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>2</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

<sup>3</sup>自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

Email: 18092851506@163.com

收稿日期: 2021年7月20日; 录用日期: 2021年8月23日; 发布日期: 2021年8月31日

---

## 摘 要

山水林田湖草是一个生命共同体。为大力推进生态文明建设, 促进林草资源统筹发展, 本文系统阐述了推动森林和草原生态系统良性循环的同时, 要以科技创新和技术进步为动力, 加快建立林草有害生物智能化监测预警体系, 创新林草有害生物自动识别技术, 加强林草有害生物监测、检疫与种类鉴定。

## 关键词

生态文明建设, 林草资源, 林业有害生物, 智能化监测, 科学防控

---

# Science and Technology Accelerated the Development of Pest Prevention and Control Technologies for Forest and Grass

Yangyang Liu<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

Email: 18092851506@163.com

Received: Jul. 20<sup>th</sup>, 2021; accepted: Aug. 23<sup>rd</sup>, 2021; published: Aug. 31<sup>st</sup>, 2021

## Abstract

Landscape, forest, field, lake grass are a community of life. In order to vigorously promote the construction of ecological civilization and promote the overall development of forest and grass resources, this paper systematically expounds that while promoting the virtuous cycle of forest and grassland ecosystem, we should take scientific and technological innovation and technological progress as the driving force, accelerate the establishment of intelligent monitoring and early warning system of forest and grass pests, innovate automatic identification technology of forest and grass pests, and strengthen forest and grass pest monitoring Quarantine and species identification.

## Keywords

Construction of Ecological Civilization, Forest and Grass Resources, Forest Pest, Intelligent Monitoring, Scientific Prevention and Control

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计，随着习近平总书记“绿水青山就是金山银山”（2005年）、构建“山水林田湖草”生命共同体（2018年）等相关理念与论断的提出，更是将生态文明建设提升到前所未有的高度，全面解析了生态文明建设与中华民族伟大复兴之间的耦合关系。

山水林田湖草是一个生命共同体，“人的命脉在田，田的命脉在水，水的命脉在山，山的命脉在土，土的命脉在树”。这不仅充分阐述了各要素生态过程相互影响、相互制约的内在机制关系，更说明了“森林和草原”作为陆地生态系统的重要组成部分，对生命共同体的构建起着至关重要的作用，是建设生态文明的重要着力点。据统计，截止2017年，我国森林面积252.8万 $\text{km}^2$ ，占总面积的36.94%，草原面积219.3万 $\text{km}^2$ ，占总面积的32.05% [1]，森林和草原不仅具有调节气候、涵养水源、防风固沙、维护生物多样性和维持生态系统平衡等重要生态功能，更兼具提高土地生产力、改善生态环境、保护生物多样性和高效利用自然资源等多方优势，甚至对整个生态环境系统的稳定与发展具有重要影响。

然而，森林和草原虽为可更新资源，但并非取之不尽用之不竭。长期以来，受持续增长的人口压力、经济的迅速发展、高强度的国土开发建设活动、自然资源大范围开发利用等因素影响，我国森林资源总量严重不足，森林覆盖率为21.66%，仅为世界平均水平的71%，草原退化面积约高达90万 $\text{km}^2$ ，占现有草地面积的33%，全国水土流失面积高达38.2%，给生态环境带来极大的压力与破坏，灾害频发，生态系统严重退化等环境问题的日益突出，严重制约了森林和草原生态系统服务功能，给人类的生产生活造成了严重影响。

因此，仍需全面加强森林和草原生态系统保护，不断优化格局，提升服务功能，推动森林和草原生态系统良性循环。

## 2. 推动森林和草原生态系统良性循环

### 2.1. 加强生态保护意识

随着人们对木材和林副产品等需求越来越大，对草地资源的长期自然粗放式经营管理，对森林资源

的乱砍滥伐，加之森林病虫害和火灾的扩散，致使林草生态系统遭到严重破坏。森林生态系统不仅由植物资源构成，还涵盖动物资源(野生动物)，但由于人们肆意捕食与杀害，目前我国约有 400 种野生动物濒临灭绝，动物资源面临巨大威胁的同时，也将影响整个林草生态系统的平衡与可持续发展。

因此，相关部门人员、广大群众应大力加强林草资源保护、高效利用林草资源、合理开发林草资源等生态保护大局意识和自觉意识，牢固树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，像对待生命一样对待生态环境，大力开展植树种草等活动，退耕还林，退牧还草，加快森林工程建设，利用科学手段提高森林资源覆盖率，加大森林和草原执法监督力度，认真实施森林和草原生态奖补政策，提高捕杀和食用野生动物严惩力度，积极投入到对现在林草资源的生态保护工作中。

## 2.2. 科学实现自然资源统一确权登记

我国林业用地面积广阔，但人均资源占有量一直处于低下水平，其中一个重要原因就是人们对森林、草地资源等各类资源家底位置、类型、数量及资源环境发展状况(存量、质量和变化量)没有清晰界定。目前对于自然资源或林草资源的统一确权登记论述多处于宏观层面，可借鉴的成熟经验较少，各地对自然资源统一确权登记的认知和具体操作方法不尽相同。例如徐文海[2]等基于湖南省澧县实际工作开展，探索提出了专题资料分析、现场调研、外业核实和部门论证等自然资源统一确权登记具体方法和自然资源登记单元界限审查、自然资源自然状况审查、自然资源权属状况审查和自然资源登记单元公共管制信息审查等自然资源统一确权登记具体审查内容，为开展自然资源首次登记提供了一定借鉴；孙炎等[3]应用先进的人工智能、空间大数据、云计算等技术建立了一套完整的自然资源确权登记信息平台，实现了自然资源的登记单元划定、确权调查、登记登簿、成功共享服务。因此，还需继续运用科学手段实现自然资源统一确权登记，形成归属清晰、权责明确、监管有效的自然资源资产产权制度，才能有的放矢的实现自然资源的合理高效配置，更好的规划和利用区域林草资源。

## 2.3. 提升生态系统服务功能

森林是立体的生态屏障，草原是水平的生态屏障，为更好的推动林草生态系统良性循环，提升生态系统服务功能，实现绿水青山向自然财富、社会财富和经济财富等的价值化转变，早在 2005 年联合国《千年生态系统评估综合报告》就从供给功能、调节功能、文化功能、支持功能四方面应用市场定价法等十多种方法，指出地球生态系统服务功能每年提供价值 15 亿英镑的物产，如新鲜的水、清洁的空气和鱼等，但也同时指出由于栖息地改变、资源的过度掠夺、外来入侵物种、污染和气候变化等驱动因素影响，未来 50 年生态系统将面临更大的发展压力。

近年来，我国大部分省份、城市及自然保护区也都相继开展了森林和草原生态系统服务功能的评价工作，对其森林、草原等生态效益的物质质量、价值量及生态 GDP 进行了核算；将生态系统服务的物质质量转换为价值量的评估方法更是呈现多样化发展，例如基于生态系统的结构(组成)和功能(过程)及市场的供需关系评估，如千年生态系统评估(MA)、生态系统和生物多样性经济学(TEEB)、国际会计举措如世界银行主导的财富核算和生态系统服务估值(WAVES)项目以及联合国环境经济核算体系(SEEA)框架等；假设生境相似的系统可作为代理单元提供经验值，如 Costanza 等；更发展出众多基于少量关键特征指标建立各项服务预测模型，均为最大程度提升生态系统服务功能广泛性和快捷性提供了可能。

## 2.4. 高质量发展林草产业

林草资源作为重要的可更新资源，为我国林草业产业化发展提供了巨大的发展空间和潜力。多年来我国也投入了大量的人力、物力以促进森林保护、林业和社会经济的可持续发展，但随着时间推移和绿

地建设规模的不断扩大, 逐渐暴露出林草生长缓慢, 造林成活率不高, 林草业整体生态防护功能弱化, 有害生物灾害不规则爆发等现象。

因此, 还应充分利用已有生产基地改建或扩建, 提供培育优质苗木和牧草种子, 增强退耕还林、退耕还草, 加强林草业基础设施建设, 改变以往“重采轻育、种苗工作落后”的强力制约; 推动林业经济向林区经济转型, 迫使林草资源优势成为经济竞争; 根据林草资源禀赋, 培育主导产业、特色产业和新兴产业, 培植林草产品和服务品牌; 依靠科技进步逐步实现抗逆性种苗和草种培育, 大量苗木组培快繁; 推广集流造林、草原轮牧、草原休牧等实用技术示范; 形成林草产品加工、贮藏、转化等产业化技术模式; 优化植被配置模式, 增加林草生态系统多样性、稳定性与系统抵御生物性灾害的能力与作用机制, 提升林草生态系统自我防治病虫害能力。

## 2.5. 加大林草资源监测力度

纵观林草资源监测趋势及发展, 世界各国已由传统的以木材资源监测、草场监测为主逐渐转为以生态监测为主的多目标、多资源转变。随着大数据时代的到来, “遥感 + 无人机遥感”实现了大面积监测、小范围定点监测和实时监控, 物联网和云服务技术的发展更为林草环境的动态监测提供了新方案, 不仅实现了无人不间断监测, 精确测量林草生态系统各气候条件信息和密度、种群密度等特征信息, 更为全面掌握林草资源分布、特征、规划及提供了科学依据与数据支撑, 为推动森林和草原生态系统的良性循环奠定了坚实基础。

## 2.6. 提升林草有害生物防控水平

近年来, 随着新增林木面积和保有林地面积、绿地面积的双增加, 生物学、生态学以及生态系统中自然因素和人类活动等因素的影响, 林业有害生物发生形势愈加严峻。据统计, 近年来全国林业有害生物发生面积都在  $870 \text{ hm}^2$  左右, 经济损失高达 880 亿元[4]。据统计, 2017 年草原总面积约  $3.9 \times 10^6 \text{ km}^2$ , 其中草原鼠害危害面积约  $2.8 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 草原虫害危害面积约  $1.3 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 不仅打破了林草生态系统的良性循环与自然资产的保值增值, 更对林草业发展造成了严重威胁, 林草有害生物防控形势依然严峻, 仍需借助科技力量提升林草有害生物防控水平。

## 3. 强化科技支撑, 助力林草有害生物防控

近 20 多年来, 我国林业有害生物防治技术成效显著。其中, 以“3S”技术为基础, 结合抽样调查的重大林业生物灾害中长期预报技术, 不仅实现了空间信息的快速获取与分析, 提高监测、预警和防治决策能力, 更为建成林业有害生物管理信息系统提供了新的途径和方法。同时, 包括“三诱”技术(化学物质、灯光和颜色诱杀), 远程鉴定(根据文本和图像判定), 除害处理技术(热烘、辐照、微波等), 施药器械和技术(高射程喷雾器、烟雾载药、树干注药、灭虫药包布撒、航空喷雾), 生物防治, 营林等均实现了持续减灾, 环境改善, 无公害防治等显著防治成果[5]。但总体来看, 更多关注的是对林业有害生物的治理, 注重综合防治的成效, 监测方面仍然存在需要依据地面人力调查、劳动强度大, 效率低, 监测数据准确性差、人为因素干扰大等难题, 面临传统监测预警、提前预防工作技术手段落后等窘境。

监测作为开展林业有害生物科学防控工作最基础的技术手段, 是全面查清林业有害生物种类、数量、确切分布区域、危害程度、趋势变化预测、限制预警等状况最有效的途径。因此, 必须以科技创新和技术进步为动力, 推进林草有害生物智能化监测预警体系的建立, 创新林草有害生物自动识别技术, 加强林草有害生物监测、检疫与种类鉴定, 科学防控, 促进林草资源统筹发展, 营造良好生态环境。

## 4. 完善林草有害生物智能化防控, 促进林草资源统筹发展

### 4.1. 加大宣传和培训力度, 增强林草有害生物防控观念

据统计, 我国草原生态破坏中, 人为的盲目开垦比例占 25.4%, 过度放牧比例占 28.2%, 滥砍滥挖比例占 31.8%, 每年甚至有 3000 多万亩有林地转为无林地、疏林地或灌木林地[6], 极大程度的增加了有害生物发生的可能性。因此, 可以利用宣传讲座、电视网络、横幅、林农参与等方式, 促进农民生活方式的改变, 加强公众对林业生态保护和林业有害生物的认识, 提升公众积极参与监测及主动上报意识; 通过定期或不定期的培训等方式普及林业有害生物综合防治最新科技成果、智能化实用型防控手段, 增强农民林业有害生物防控观念; 建立宣传林草有害生物智能监测防治示范区试点, 积极引导带动公众投身于林草资源保护行动中。

### 4.2. 坚持顶层设计理念

继续坚持以政府为主导, 建立或不断加大林业有害生物防治专项资金及配套资金的多方争取; 坚持顶层设计理念, 加快林草有害生物智能化防控体系建设, 确保科学谋划; 坚持“预防为主、治理为辅”的原则, 不断强化固定监测站、移动监测站等基础设施建设, 因地制宜的制定提前防控策略; 强化宣传引领, 建立联防机制, 切实抓好政府、林草相关部门、社会群体对于有害生物防控的具体工作; 确保各级各部门继续保持防治高压态势, 分工协作, 形成合力, 严控森林、草原等生态系统病害疫情的扩散。

### 4.3. 制定具有地方特色的林草有害生物风险评价体系

我国地域广阔, 气候多样, 对外贸易发达, 不仅本土林业有害生物呈多样化发展, 更为外来林业有害生物的入侵提供了生存空间, 严重破坏了生态系统稳定, 使生物多样性降低, 成为制约生态建设和经济发展的重大障碍[7]。由于各区域林草有害生物发生时间不同, 所受环境影响不同, 所以应改变以往林草有害生物监测、数据评判、风险管理和防控技术“一刀切”的做法, 全面加强林草生物安全领域法律法规和政策管理制度制定的同时, 充分结合地区特征和时空范围, 进行切实可行的量化风险评价。从林草有害生物种类、分布情况、潜在危险、经济损失、生态服务价值量损失、传播扩散程度等方面制定具有地方特色的林草有害生物风险评估体系, 判断和评估林草有害生物本身及其产物可能造成的损失和后果, 对人类、生态环境、动植物、微生物、生物多样性以及社会经济可能造成的现实损害或重大威胁, 建立风险评价标准, 确定风险等级, 有针对性的确定预防、防控和保护措施, 达到正确指导各区域林草有害生物科学防控管理的目的。

### 4.4. 构建统一化的林草有害生物智能化监测预警系统

紧跟大数据时代脚步, 目前, “东北生态大数据中心”已成功实现了我国林草业与大数据的紧密融合, 为我国林草业大数据的深度分析和实践应用、森林资源动态监管奠定了坚实基础。此外, 为降低林草有害生物危害, 我国林业部门和地方生防部门面向不同应用领域, 建设和研制了各类型监测信息管理软件和平台, 但系统间功能的千差万别、规范标准的参差不齐, 导致资源利用率大幅降低, 各类型监测预警系统不能物尽其用。为更好的实现林草有害生物智能化监测预警, 实现林草有害生物属性的自动捕捉、发生动态的自动采集、危害的自动预警, 仍需从林业气象、虫情、孢子捕捉、预警预报、专家资源、信息管理等加强系统建设, 构建统一化的林草有害生物智能化监测预警系统[8]。

借助智能气象监测系统、360 度全方位红外高清摄像机、视频监控, 直观获取林业生产环境信息图表, 清晰掌握林区有害生物发生情况, 林地孢子病害发生情况和演变趋势, 配合全球定位 GPS、移动无

线网络等技术,实现现场图像的实时采集和高效传输,不断完善补充系统数据库的同时,实现数据价值的深度挖掘。当监测数据超过预先设定的期限值时,自动启动警报装置并立即以短信和图形等形式发布预警信息,为相关部门及时采取措施做好防控争取了时间。还应充分融合前沿科技手段,积极促进林草有害生物病害、林草有害生物虫害等大数据平台建设,全面了解林草有害生物发展状况。

#### 4.5. 创新林草有害生物自动识别技术,强化科技支撑

林业有害生物包含危害森林、林木和林木种子正常生长并造成经济损失的病、虫、杂草等,病害种类多样,识别方法参差不齐。准确识别病虫害种类是进行种群动态监测、揭示灾变规律、科学指导防控的基础[9]。目前,针对林业有害生物的远程诊断一贯做法是利用数码摄像机和照相机记录各观察点发现的疑似病虫害录像和相片,或利用GPS和移动无线网络技术定时采集现场图片,传送至相关测报中心或远端物联网监控平台,最后借助省森防站、林业管理部门或组织农林相关专家进行识别诊断。这种方法准确率较高,防治效果明显。但由于远程诊断时间的延迟性,人眼视觉系统的局限性和主观性,不同专家所擅长的领域不同,对于一定时间内准确而全面的识别出每一种病虫害仍具有较大难度,往往存在耽误病害的及时防治,造成农药大范围滥用,影响生态系统稳定等危害。

近年来,随着无人机、GPS、遥感、5G、数字图像传输、视频实时传输、海量异构数据处理、计算机等技术的高速发展,目前已基本实现了通过图像、声音和雷达等探测有害生物数量;根据光谱反射率的差异和结构异常在遥感数字图像上的记录,借助图像增强处理和模式识别等技术,实现对森林病虫害的动态监测;借助无人机的智能影像拼接技术,进行三维场景虚拟建模,实现有害生物趋势预测分析;基于深度学习的害虫信息特征提取,昆虫种类识别、计数与实时监测[10];基于叶片病斑图像处理的计算机诊断系统,实现作物叶部病害的自动识别[11];利用深度卷积神经网络模型对杂草图像特征的自动提取和正确识别[12]等,涵盖病、虫、杂草识别的各个领域,技术水平高,成果转化力度大。因此,进一步加大科技支撑,完善创新林草有害生物监测与自动识别,具有重要现实意义和应用价值。

我国农作物种植同林草资源类似,也具有覆盖面广,分散度高,病虫害发生种类多,区域性发生规律复杂等特点,目前,全国农业技术推广服务中心、各省植保站以及安徽省农科院等单位已成功构建起基于深度学习方法的病虫害种类特征自动学习、特征融合、识别和位置回归计算框架,研发了移动式病虫害智能化感知设备和自动识别系统,实现了16种灯下常见害虫的精准识别(准确率66%~90%)和38种田间常见病虫害(症状)的精准识别(准确率50%~90%),满足了新形势下病虫害测报高效、高准确力的需求[13],更为林草生态系统有害生物的识别提供了借鉴意义,奠定了良好基础。随着各类型病虫害基础数据库的不断丰富、神经网络深层特征提取的不断完善,基于科学技术支撑下的农林田间病虫害识别将变得更加精准和高效。

#### 4.6. 加强林草鼠类、兔类监测预报,科学制定防控对策

据第三次全国林业有害生物普查(2014~2017)记载,啮齿动物52种,其中,鼠类44种,发生面积234.9万 $\text{hm}^2$ ,占全国林业有害生物发生总面积的12.4%;兔类8种,发生面积37.4万 $\text{hm}^2$ ,占全国林业有害生物发生总面积的2.0% [14]。同时,啮齿动物不仅直接危害木本植物,严重影响人工造林质量,减缓森林更新速度,更是许多传染病的媒介,对人类健康带来极大威胁,且绝大多数林草鼠类、兔类属于本土有害生物,一般不涉及外来有害生物防范和检疫问题。所以,在严格贯彻执行我国本土检疫法规的同时,还应全面加强林草鼠类、兔类监测预报,科学制定防控对策,积极采取人为捕捉、物理阻隔、器械捕杀、天敌控制、化学不育、林地抚育等无公害防治技术,应用红外线夜视仪[15]、视频摄像头、红外相机结合标记重捕[16]等方法实现定点定期监测,加强鼠类、兔类生存环境监测,密切关注鼠密度变化趋势、种群

密度变化趋势及其种群结构变迁规律, 实现对林草重点造林工程以及新植林地的重点防控。

同时, 随着大数据、物联网等新兴技术的发展和不断壮大, 为更好的实现林草鼠类、兔类智能化监测预报, 助力林草有害生物防控技术快步发展, 建立统一标准的有害生物智能监测系统势在必行。通过融合图像自动采集技术、数字图像处理技术、人工智能模式识别技术、无线传输技术、动物分类学、生物信息学、几何形态学等多项世界先进专业学科, 以大数据技术为底层技术支撑的基于生态学的智能监测数据平台, 将成功实现对林业鼠类、兔类, 甚至林草有害生物信息数据的智能收集统计、分析挖掘, 更好的实现对林草生态系统的科学监测、风险分析、危险度评价和风险管理, 促进林草资源统筹发展。

## 参考文献

- [1] 鲍文. 林草资源统筹发展与生态安全[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(20): 9821-9822.
- [2] 徐文海, 等. 自然资源统一确权登记的探索和实践[J]. 国土与自然资源研究, 2018(3): 4-9.
- [3] 孙炎. 自然资源确权登记信息平台建设实践[J]. 中国矿业, 2018, 27(6): 70-73.
- [4] 苏宏钧, 赵杰, 尤德康, 等. 我国森林病虫害灾害经济损失[J]. 中国森林病虫, 2004, 23(5): 1-6.
- [5] 宋玉双, 黄北英. 中国林业有害生物防治技术的新进展[J]. 中国森林病虫, 2008, 27(6): 31-34.
- [6] 杨申卉, 朱志明. 推动农民生产生活方式根本性转变有效保护林草植被资源和生态环境[J]. 中国发展, 2006(4): 30-32.
- [7] 赵宇翔. 中国林业生物安全风险评估与管理对策研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [8] 李秀平. 探析林业有害生物监测预警系统的发展[J]. 农民致富之友, 2018(12): 74.
- [9] 杨红珍, 张建伟, 李湘涛, 等. 基于图像的昆虫远程自动识别系统的研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 188-192.
- [10] 封洪强, 姚青. 农业害虫自动识别与监测技术[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 127-131.
- [11] 刘君, 等. 基于图像处理的作物病害自动识别系统的研究[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(13): 154-158.
- [12] 赵佚. 基于卷积神经网络的田间杂草识别方法研究[J]. 农业与技术, 2019, 36(4): 440-444.
- [13] 陈天娇. 基于深度学习的病虫害智能化识别系统[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(4): 26-34.
- [14] 宋玉双, 等. 我国林业有害生物种类动态分析 I. 鼠类和兔类[J]. 中国森林病虫, 2018, 37(3): 41-44.
- [15] 高强, 等. 红外线鼠密度监测仪在鼠侵害监测中的应用研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2013, 19(5): 395-398.
- [16] 李欣海, 等. 应用红外相机监测结果估计小型啮齿类物种的种群密度[J]. 生态学报, 2016, 36(8): 2311-2317.