

高清时序数据驱动下的松材线虫病智能防控解决方案

周国模 浙江农林大学

尤勇敏 久瓴(上海)智能科技有限公司

摘要：松材线虫病是全国森林生态系统中最具危险性的森林病害，我国自 2021 年开启松材线虫病五年攻坚计划，旨在“应除尽除”，但实际疫情现状表明松材线虫防控形势仍然严峻。松材线虫物理防控的主要阶段分为发现阶段、除治阶段和监理阶段，发现阶段中由于大部分地区均缺乏高清数据支撑，疫木识别准确率不足；除治阶段也缺乏精准的疫木定位数据支撑，导致作业人员找不准伐不尽；监理阶段大多采用人工抽查制，缺乏全域的监理数据支撑。因此，高清数据支撑下的全流程精准闭环管理是提升松材线虫防控质量的关键。

针对上述问题，本文基于高清时序近地遥感数据，提出了融合模型、数据、孪生底座的时空人工智能解决体系，实现了数据处理自动化、疫木识别智能化和业务场景模型化全流程闭环管理。一是创新“高清-时序-成本”三位一体的松材线虫病普查模式，外业采集年均两到三次的 3cm-6cm-6cm 的高清时序影像；内业搭建林业数据处理中台，针对近地遥感照片、森林资源调查数据和除治/监理业务数据建立多源数据汇集的数字特征库，同时中台中设计数据处理模块，自动完成信息提取、清洗、入库和结果数据的关联分析。流程实现全自动化，数据处理上图的时效达到 T+1，成本降低到 0.35 元/亩。二是设计了针对多时序遥感数据的“时空 AI 疫木识别模型”，模型包括样本库构建、训练和目标检测三大部分。（1）基于疫木初期、疫木中后期和疫木枯死期的不同成像特征，构建高质量的疫木识别样本库，开发样本自动推送和人机交叉检验平台，大大提高了标注的效率和质量，当前样本量已经达到 1000 万亩以上。（2）训练部分设计了基于 optuna 的超参搜索模块，能够支持小样本下模型的快速更新，灵活使用多种林区场景下的疫木精准识别。（3）模型已经覆盖南方林区三省，模型参数达到两千万以上，能够识别疫木初期、中后期和枯死期，识别的准确率和召回率均达到 85%以上。三是着眼于松材线虫防控的全流程闭环管理问题，设计了视算一体的数字孪生底座，底座设计了感知分析、业务规划、资金监管和智能报告 4 大模块，支持多源数据的可视呈现、变化统计、空间计算和关联分析，使得普查数据可指导除治/监理等业务环节，除治/监测数据能够反哺普查，实现松材线虫防控全流程主要阶段的数据和业务双闭环。

据此，在浙江省某县实施了示范应用。对该县全疫区一年三次普查采集高清数据，包含除治前（10 月份、3cm）、除治中（来年 1 月份、6cm）和除治后（来年 4 月份、6cm）三阶段，目前已经覆盖两年多共 7 次，总计覆盖面积 700 万亩以上，底座实施运营 2 年。实践表明，高清时序数据可以精准监测疫木不同时期的状态，同时还可以辅助监理全域疫木未砍伐、未清运等违规现象。高清数据也可当地林业工程、林业资源调查和生态修复等方面实现多跨应用。

关键词：松材线虫病；时空 AI 疫木识别模型；高清时序影像；数字孪生底座；智能防控