《无人机监测松材线虫病致死松树技术规程》

编制说明

一、工作简况。

《无人机监测松材线虫病致死松树技术规程》是广东省市场监督管理局批准下达的2020年第二批广东省地方标准制修订计划项目（粤市监标准﹝2021﹞25号），编制起草工作的承担单位是茂名市林业科学研究所。茂名市林业科学研究所负责资料收集，起草，数据校正，意见收集，文件修改整理，评审验收等工作。

标准立项后，茂名市林科所成立《无人机监测松材线虫病致死松树技术规程》编写小组，扎实推进各项工作，确保标准制定工作顺利完成。

二、立项的必要性，包括行业发展现状，痛点，拟解決的问题。

目前，随着我国复合材料、遥感通信、飞行控制、GPS导航和图像视频实时传输等新技术的快速发展，无人机技术随之发展起来，逐渐被应用于林业有害生物监测、森林资源调查、野生动物保护管理、森林防火和造林绿化等日常林业工作中。在松材线虫病监测中，传统的监测方法有设置人工监测站、定期巡查、人工踏查、诱捕器调查等，具有大量人力物力支持、工作环境艰苦复杂、实地调查工作量大、调查精度低等特点，我省松树林种植及保护的面积较大，松材线虫病监测周期要求短，数据需要更精准，传统监测方法发挥的作用越来越有限。无人机因其具有机动、快速、图像视频实时传输、分辨率高、适用范围广等优点，逐渐应用到松材线虫病监测中，大大增强了松材线虫病监测工作能力，减少了外业工作时间，降低了劳动强度，提高了工作效率和精度。

目前，我国无人机在松材线虫病监测应用上处于初步阶段，没有形成规模化的应用成果和体系，没有现行有效的国家标准、行业标准、广东省地方标准，仅于2016年2月2日发布安徽省地方标准“基于无人机平台的松材线虫病枯死松树监测技术规程（DB 34/T 2594—2016）”，并于2016年3月2日实施；福建、安徽、吉林、广东、四川等省已进行了无人机监测松材线虫病的技术研究报道。李浩等以小型无人机为飞行平台完成林区遥感影像采集,通过对林区图像中松材线虫病害松木地理信息的有效提取,在无人机遥感影像图中对病害松木的病害程度做出具体分析。经过对比,该方法识别精度达到90.4%,为林区开展松材线虫病防治工作提供了可靠的判别依据；尹华阳等以松材线虫病疫点的枯死松树为研究对象,采用无人机监测、影像采集和计算机软件勾绘分析等手段对目标地枯死松树进行标记,利用人工地面随机调查的方式对无人机监测枯死松树的准确度进行验证。在66.67 hm2试验地中无人机共标记枯死松树863株,人工调查了100株枯死松树,发现有95株与无人机标记的完全吻合,有5株无人机未能标记到。经计算和分析发现,无人机监测枯死松树效果为95%,未能标记的枯死松树具有松针落完、被冠幅较大松树遮挡或枯死树并连等特点；曾全等利用无人机搭载可见光相机进行遥感拍摄,在430m和700m两个飞行高度下采集异常枯死松树遥感影像,将野外GPS采集的位置信息同ENVI遥感数据处理软件处理与解读数据信息进行比对。人工甄别和NDVI值提取枯死松树分别为6株与7株,数据有效率提取为85.71%；对无人机遥感获取的6株枯死松树地理位置信息进行实地验证,水平误差在0.86m～4.20m之间；刘遐龄等基于无人机采集的高分辨率影像和e Cognition遥感图像处理软件,采用目视判读、模版匹配2种方法分别对疫区松材线虫病危害木进行遥感识别。根据研究区域实地踏勘结果,从识别精度和数据处理效率方面比较2种方法,发现相较于目视解译的传统信息提取方式,模版匹配方法在精度和效率方面具有明显优势,能有效提高松材线虫病危害木监测效率；黄焕华等利用固定翼无人机监测松材线虫病疫点枯死松树的初步研究，监测的准确率达到80%以上,坐标点精度达到2m～3m。

我省林业资源丰富，面积广大，气候环境多样，地形地貌复杂，需要结合具体的林业环境对无人机在松材线虫病监测中的应用进行流程化、规范化，以便更好地配合林业规划、防控等工作。本项目的实施旨在规范我省无人机监测松材线虫病致死松树技术，对以无人机为平台的枯死松树监测技术的术语、 基本要求、航摄规划、作业准备、影像获取、数据处理、地面验证、档案管理、安全注意事项等进行规定，全面增强我省松材线虫病监测工作能力，显著提高松材线虫病监测技术水平，为我省深入做好松材线虫病监测防控工作，获得更大的生态保护效益提供技术支撑。

三、标准编制原则，标准框架、主要内容及其确定依据。

本标准运用标准化文件编写工具软件SET 2020，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》进行起草。

本标准规定了以无人机为平台的枯死松树监测技术的术语、 基本要求、航摄规划、作业准备、影像获取、数据处理、地面验证、档案管理、安全注意事项等技术要求，主要内容有：

1、平面基准。采用CGCS2000坐标系。

2、高程基准。采用1985国家高程基准。

3、地图投影。通用横轴墨卡托投影，3度带。

4、精度指标。绝对定位误差≦5m，变色立木提取精度≧90%，漏判率≦3%。

5、航摄设备性能指标。参照CH/Z 3002-2010执行。数码相机主要性能指标要求如下：（1）有效像素不小于3600万；（2）像素2000万的影像能存储1000幅以上；（3）快门速度应快于1/1000s；（4）焦距定焦不小于35 mm；（5）感光度不小于400。

6、无人机平台。根据监测区的范围以及监测区地形地势和起降条件等，选择合适的飞行平台，其飞控平台和地面控制系统应能够进行定位导航和定点曝光。

7、起降场地。选择地势平坦区域作为起降场地，区域内无树木、电线杆、高压线、信号塔等障碍物干扰。可选择相同条件的另外一处场地作为备降场。

8、枯死松树定位图。枯死松树定位图是保存有确认及疑似的枯死松树定位数据的数字图像。技术人员根据图中的定位导航到现场开展地面验证。

9、航摄设计。（1）航摄像片应确保完全覆盖测区。（2）相机朝向平行于主航线，拍照模式航点悬停拍照，航线生成模式区内模式，相对飞行速度5.0m/s～10.0m/s，相对飞行高度100m～300m。（3）在保证飞行安全的情况下，根据作业区地形地势，调整和确定实际航摄技术参数，满足最小要求。

10、起飞。选择风速小于3级、晴天且能见度和光照比较好的时间段进行。

11、飞行控制。无人机进入任务区域进行作业飞行，操作人员通过遥控器密切监视飞行高度、飞行速度、飞行姿态等工作参数，产生异常时及时发送控制指令进行干预。

12、降落。无人机完成作业飞行后人工或自动遥控其返回起降场上空，控制无人机在近场上空盘旋，逐步降低高度实施降落。

13、数据回收。无人机降落后，应及时从相机中取出相机的图像存储卡，对数据进行处理。操作人员对无人机平台进行逐项检查，规范收好无人机、遥控器，以备下次飞行用。

14、影像质量。（1）影像应清晰，层次丰富，反差适中，色调柔和，应能辨认出与地面分辨率相适应的作业区细小地物，不能出现抖动、虚化现象；（2）像片不能曝光过度，分辨率优于10cm，满足作业区覆盖及枯死松树信息的识别和定位；（3）像点位移不大于3个像素；（4）拼接影像无明显模糊、重影和错位现象；（5）影像上的云雾不应遮挡或虚化疫情发生小班重要信息。若数据质量不满足以上要求时，应进行补飞或重飞。获取后的航摄成果应及时进行质量检查，确保影像满足枯死松树信息提取需求。。

15、数据提取。在Agisoft photoscan professional（64 bit）和Arc GIS Arc map 10.2专业软件和外业样本数据的支持下，用Agisoft photoscan professional（64 bit）将图像合成处理为tif.文件，再用Arc GIS Arc map 10.2打开tif.文件，提取枯死松树的坐标值。

为了确认枯死松树定位数据，在松树林地现场抽样核对，准确率达到95%。

四、与现行法律法规、强制性标准等上位标准关系。

本标准引用了下列标准文件，具体是：

GB/T 2260 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 10114 县以下行政区划代码编制规则

GB/T 23476 松材线虫病检疫技术规程

GB/T 23478 松材线虫普查监测技术规程

CH/Z 3001 无人机航摄安全作业基本要求

CH/Z 3002 无人机航摄系统技术要求

本标准符合有关现行法律法规和强制性国家标准、行业标准。

五、标准有何先进性或特色性。

本文件中的技术贴近监测工作实际，结合近千小时的林地无人机作业的实际经验，对无人机的选择、飞行设计、数据采集与处理、安全注意事项等技术的说明更为细化，可操作性更强，对监测工作的生产实践具有较强的指导性，提高了监测水平，具有一定的先进性和特色性。

六、标准调研、研讨、征求意见情况。

2021年1月至2021年6月，制定本项目工作计划，调查研究，检索收集相关资料，确定本标准的各项技术指标和编制内容，完成对我市无人机监测松材线虫病致死松树情况调研工作。

2021年7月至2021年9月，开展无人机监测松材线虫病致死松树林间作业，完成对本标准各项技术指标的采集与验证工作，形成草稿。

2021年10月至2024年3月，完成了《无人机监测松材线虫病致死松树技术规程》的征求意见稿，向韶关市林业科学研究所、佛山市林业科学研究所、汕头市林业科学研究所、广东省林业科学研究院等50个单位及个人发出广东省地方标准《无人机监测松材线虫病致死松树技术规程》征求意见反馈表，回函的单位13个，没有回函的单位37个。其中，回函单位有意见和建议的单位8个，无意见的单位5个。标准编写组对36条建议或意见采纳29条，不采纳7条。

2024年5月，完成《无人机监测松材线虫病致死松树技术规程》的送审稿和编制说明，上报广东省林业局科技与交流合作处。

七、技术指标设置的科学性和可行性。

本标准中使用的量、单位及其符号符合GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定。设置的技术指标充分考虑生产实际，尊重生产习惯，具有很好地科学性和可行性。

八、贯彻地方标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期等建议。

建议本标准作为推荐性标准尽快发布，以便于积极推广宣传无人机监测松材线虫病致死松树技术规程，通过标准的贯彻实施，来规范、指导无人机监测松材线虫病致死松树的生产工作，提高工作效率和数据精度。建议由标准制定单位以及林业行政管理部门组织，积极向科研院所、自然保护区、国有林场、种植企业及个人宣传无人机监测松材线虫病致死松树技术规程，通过在我省松树林地主要种植和保护区进行宣贯和实施，来规范、指导无人机监测松材线虫病致死松树的生产工作。

《无人机监测松材线虫病致死松树技术规程》编写组

茂名市林业科学研究所

2024年5月