

# 衰退樟子松固沙林无人机多光谱监测技术规程

## 编制说明

## 一、工作简况

本标准来源于国家重点研发计划项目“典型防护林林种、树种衰退形成机理及其林分近自然修复与重建技术与示范”（2022YFF1302502）的研究成果。主要参加单位包括中国科学院沈阳应用生态研究所、中国科学院清原森林生态系统观测研究站。工作组成员包括朱教君、宋立宁、郑晓、高添、张金鑫、孙一荣、韩晓义。其中，张金鑫、宋立宁、高添主要负责本标准的起草、修改和定稿工作，孙一荣、韩晓义负责样地管理、试验实施、数据采集等工作，朱教君、郑晓在试验实施、标准起草和修改过程中给与指导和建议。

主要工作过程如下：

本标准的编制工作从 2023 年 5 月开始，由中国科学院沈阳应用生态研究所负责起草，中国科学院清原森林生态系统观测研究站参与完成。

本标准制定严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》要求进行。

从接到标准的编制任务开始，参加编制的人员就着手查阅和收集无人机技术和高光谱、多光谱信息采集设备信息，以及遥感图像分析算法和无人机遥感监测技术，樟子松固沙林衰退指标等相关文献、资料，并组织关于衰退樟子松固沙林无人机多光谱监测技术研究的讨论，整合各方讨论建议，以本团队多年积累的关于樟子松固沙林衰退机制、指标，遥感图像分析的研究结果为基础，制定衰退樟子松固沙林无人机多光谱监测技术相关试验方案和本标准编制框架。

随后，参加编制人员收集试验数据，并进一步进行数据分析，在数据分析检验的基础上初步确定了本标准中各项技术方法的具体内容。

最后，在广泛征求各方专家的意见和建议后，完成了《衰退樟子松固沙林无人机多光谱监测技术规程》的初稿撰写工作。

## 二、标准编制原则

本标准编制遵循“科学性、实用性、统一性、规范性”的原则，项目中无人机航空拍摄、无人机多光谱数据获取与预处理、樟子松健康状况（衰退状况）实地调查等需遵循现行地方、行业等标准，重点突出衰退樟子松固沙林无人机多光谱监测技术中的退樟子松无人机多光谱遥感监测、衰退樟子松识别与定位、精度评价，并注重标准的可操作性。本标准制定过程中参照的主要标准为 GB/T 30115《卫星遥感影像植被指数产品规范》、CH/T 3005《低空数字航空摄影规范》和 DB21/T 3280-2020《退化樟子松人工林修复技术规程》。

## 三、标准主要内容的确定

**技术指标的确定依据：**本标准依据基于无人机多光谱影像的植被提取与识别、国内已有的退化樟子松相关研究资料，确定技术指标项目包括退化樟子松无人机多光谱遥感监测的设备组成、监测注意事项、无人机多光谱数据获取与预处理、植被指数计算、健康状况（衰退状况）实地调查、衰退樟子松识别与定位、衰退樟子松无人机多光谱监测及报告编制。

**试验方法的确定、试验工作、解决的主要问题：**

本标准试验中所用无人机多光谱图像、樟子松衰退等级划分和调查等基础技术操作依据 GB/T 30115《卫星遥感影像植被指数产品规范》、CH/T 3005《低空数字航空摄影规范》、DB21/T 3280-2020《退化樟子松人工林修复技术规程》和

T/DSIA 1002-2018《无人机松材线虫病枯死松树普查技术规程》现行标准之规定开展。

试验方法依据本团队多年积累防护林经营、管理的相关研究结果，国内外防护林营造、修复、监测等技术相关资料以及樟子松固沙林保护和修复的生产实践需求确定。

试验工作包括：

#### 1、监测设备要求

按照三北工程区樟子松物候特点和退化樟子松监测的实际需求，从设备应具备的基本功能出发，确保可以满足不同衰退程度樟子松监测要求。结合实际应用，确定基本无人机多光谱监测平台的基本组成部分。

#### 2、监测前准备

根据国家及地方政府相关规定，监测场地、航线设计、空域协调、飞行前的准备工作等均需在法律法规允许的范围内。

#### 3、无人机多光谱图像数据获取与预处理

根据三北工程区樟子松物候特点，于生长季旺季7月至8月选择晴朗无云的天气获取无人机多光谱遥感图像数据，图像数据经过辐射定标、几何校正、波段配准、图像拼接等预处理后为下一步归一化植被指数计算提供基础数据支撑。

#### 4、归一化植被指数计算

在遥感处理软件中，基于预处理后的遥感图像数据计算所需的归一化植被指数（NDVI）。

#### 5、地面调查

调查时间应与无人机影像拍摄时间基本一致，参考林学树木长势调查的指标参数，确定调查点樟子松不同衰退等级。

#### 6、监测模型建立与定位

通过分割、分类、AI模拟等算法，建立樟子松衰退参数与NDVI的关系函数；根据三北工程区土壤背景特点，依据衰退樟子松色彩、纹理等因素，从可见光真彩色正射影像/多光谱正射影像中识别和标记衰退樟子松，得到衰退樟子松株数、分布区域等特征，识别出的衰退樟子松赋予地理坐标。

试验方法主要采用无人机多光谱影像结合人工智能AI进行学习和训练，监测樟子松固沙林衰退程度，提出一种基于多光谱影像的樟子松固沙林衰退程度自动识别方法；选取多光谱最优波段组合+归一化差异植被指数。该方法可快速、准确地识别樟子松固沙林的衰退程度，且数据采集和处理成本较低，具有一定推广应用价值。

#### 主要试验情况分析：

##### 1、精度评估

通过模型预测质量和抽样验证质量对识别结果准确性与合理性定量分析判断。

##### 2、监测结果输出

从模型中输出的研究区无人机多光谱遥感图像的每个栅格单元对应的衰退樟子松参数等级（如叶面积指数等）图、衰退樟子松精确地理坐标表，以及编制监测成果报告。

#### 四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前，未收集到国际、国外同类标准，仅收集到国内GB/T 30115《卫星遥

感影像植被指数产品规范》、CH/T 3005《低空数字航空摄影规范》、DB21/T 3280-2020《退化樟子松人工林修复技术规程》和T/DSIA 1002-2018《无人机松材线虫病枯死松树普查技术规程》。因此，在参考上述现行无人机监测技术规程的基础上，进行本标准制定。现将部分相同关键指标对比分析如下：

1、GB/T 30115《卫星遥感影像植被指数产品规范》规定了光学（红光、红外波段）卫星遥感影像陆地植被数产品的级别划分、生产流程和质量评估方法；CH/T 3005《低空数字航空摄影规范》规定了低空数字航空摄影生产的航摄系统要求、航摄计划与航摄设计要求、飞行质量和影像质量要求、成果整理和验收要求等；DB21/T3280-2020《退化樟子松人工林修复技术规程》其中规定了樟子松退化程度划分，包括：林木退化程度野外调查方法、林分退化指数计算、林分退化等级划分等；T/DSIA1002-2018《无人机松材线虫病枯死松树普查技术规程》规定了基于无人机平台的松材线虫病枯死松树监测技术的基本要求、技术设计、作业准备、飞行作业、数据处理和监测成果、现场核查和成果评价、安全注意事项等。本标准以上述标准为基础，通过试验验证进一步提出有助于樟子松固沙林退化程度监测的技术方法，指标项目包含基本要求、监测流程、无人机航空拍摄、数据获取与处理、实地调查、识别与定位、精度评估与报告编制等项目。

2、目前，较常用的发现和准确定位林木、林分衰退程度的方法为人工踏查和卫星遥感，其应用均存在一定局限性；人工踏查成本高，时间长，效率低，难以实现大面积检测；卫星遥感受分辨率、重访周期和天气状况等因素影响较大。特别是衰退初期，采用人工踏查和卫星遥感，很难监测到。无人机(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)遥感影像具有实时、灵活、范围广、成本低和高空间分辨等优点，已被应用于枯死木调查工作中。并且早期的无人机遥感影像（大部分基于可见光（RGB）影像进行）识别依赖于从图像中提取人工设计特征，使用这些特征训练浅层分类器算法，如随机森林、支持向量机和人工神经网络等，难以提取高级语义特征，存在时间复杂度高、依赖人工设计特征和缺乏鲁棒性等问题，且单一可见光影像所含波段信息较少。近年，随着人工智能AI的快速发展，以自动特征提取的深度学习方法在图像识别领域取得了极大成功。本标准基于模型模拟和人工验证，通过超高分辨率多光谱影像，对樟子松固沙林衰退程度进行分类时，以相同训练参数对不同波段组合的无人机多光谱影像进行训练和预测，探寻最优波段组合，提出一种基于无人机多光谱影像自动识别樟子松固沙林衰退程度的方法，进一步提升防护林健康程度监测水平。

## 五、与国内相关标准的关系

本项目参考GB/T 30115《卫星遥感影像植被指数产品规范》、CH/T 3005《低空数字航空摄影规范》、DB21/T 3280-2020《退化樟子松人工林修复技术规程》和T/DSIA 1002-2018《无人机松材线虫病枯死松树普查技术规程》。并在此基础上，通过进一步探索无人机技术，高光谱、多光谱信息采集设备，遥感图像分析算法等无人机遥感监测技术，以及樟子松衰退监测技术，最终将研究结果总结形成《衰退樟子松固沙林无人机多光谱监测技术规程》。

## 六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中不存在重大意见分歧。

## 七、其他

本标准不涉及专利。

本标准实施过程中，让林业管理部门、林业技术人员充分理解标准内容，认识到该标准在为打赢科尔沁沙地歼灭战，科学恢复林草资源，推进三北防护林建设的重要作用，提高标准意识；各级林业标准化管理机构加大监督检查标准的实施情况，积极组织实施林业无人机遥感监测标准，确保标准实施。

本标准中相关条文内容将根据三北防护林体系建设工程沙区内樟子松固沙林的发展布局变化和监测技术发展情况适时做出调整和修订。