T/CSF XXX-XXXX

**ICS** \*\*\*

**B** \*\*

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **CSF** |

 |

团体标准

区域人工林资源面积遥感监测

技术规程

**Technical code of practice for area monitoring of regional forest plantation using remote sensing techniques**

2021-XX-XX实施

2021-XX-XX发布

中国林学会 发布

目 次

[前 言 Ⅱ](#_Toc15545)

[1 范围 1](#_Toc5175)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc24580)

[3 术语和定义 1](#_Toc15238)

[4 数据准备 2](#_Toc3184)

[5 技术流程 3](#_Toc20176)

[6 数据处理 3](#_Toc2569)

[7 树种识别模型构建 5](#_Toc11329)

[8 制图与统计 6](#_Toc31010)

[附录A 7](#_Toc10833)

前 言

本文件按照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》的规定起草。

本文件的附录A为资料性附录。

本文件由中国航天科工信息技术研究院、中国科学院空天信息创新研究院提出。

本文件由中国林学会归口。

本文件起草单位：中国航天科工信息技术研究院、中国科学院空天信息创新研究院、国家林业和草原局调查规划设计院、南京大学、内蒙古农业大学、浙江省林业信息宣传服务中心。

本文件主要起草人：李莹、徐敏、曹春香、党永峰、田庆久、斯钦毕力格、王冰、李洋、王海月、李春梅、孙辉涛、张科、张坐方。

# 区域人工林资源面积遥感监测技术规程

1 范围

本文件从数据准备、数据处理、树种识别模型构建及制图与统计等方面规定了区域人工林资源面积遥感监测的技术流程。

本文件适用于利用10-30米空间分辨率卫星遥感影像对桉树（*Eucalyptus robusta*）、油松（*Pinus tabulaeformis*）、落叶松（*Larix gmelinii*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）和马尾松（*Pinus massoniana*）等人工林进行面积动态监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

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

GB/T 13989-2012 国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语

GB/T 15968-2008 遥感影像平面图制作规范

GB/T 18317-2001 专题地图信息分类与代码

GB/T 26423-2010 森林资源术语

GB/T 26424-2010 森林资源规划设计调查技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

遥感remote sensing

不接触物体本身，用传感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物、揭示其几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。

[来源：GB/T 14950-2009，3.1]

3.2

人工林forest plantation

由人工直播（条播或穴播）、植苗、分殖或扦插造林形成的森林。

[来源：GB/T 26423-2010，6.18]

3.3

大气校正atmospheric correction

消除或减弱在卫星遥感影像获取过程中存在的因大气吸收或散射作用引起的辐射畸变。

3.4

几何校正geometric correction

为消除影像的几何畸变而进行投影变换和不同波段影像的套合等校正工作。

[来源：GB/T 14950-2009，5.190]

3.5

地形辐射校正topographical calibration

将像元的辐射亮度变换到某一参考平面（通常取水平面），消除由于地形起伏而引起的影像辐射亮度值的变化。

3.6

林相图stock map

反映森林经营单位的地物、地类及森林按优势树种及龄组分布特征的图。其特点是按不同的地类、不同的优势树种、不同的龄组进行着色。

[来源：GB/T 26424-2010，6.83]

4 数据准备

4.1卫星遥感影像选择

4.1.1空间分辨率

选择空间分辨率为10-30米的卫星遥感影像。

4.1.2影像时相

选择一年内每月一期的卫星遥感影像，应包含树木萌芽、抽枝、展叶、落叶等不同物候期，用于提取光谱、纹理、植被指数等特征。

4.1.3影像波段

使用多光谱卫星遥感影像，需包含可见光波段和红外波段，建议使用包含多个红边波段的卫星。

4.1.4卫星遥感影像质量

a）数据条带、斑点噪声、行丢失等不能覆盖主要工作区。

b）影像层次丰富、色彩清晰、色调均匀、反差适中。

c）集中云层的覆盖面积少于5%，分散云层的覆盖总面积少于10%。

4.2 辅助数据

收集森林资源二类调查数据及林相图作为辅助数据，用于人工林空间范围提取，排除非人工林区域的错误提取。

4.3 样地实测数据

在监测区内选取典型样地，样地不小于30 m×30 m，且样地应为纯林，每一种人工林类型的样地数不少于100个。通过调查获取样地属性因子，主要包括地理坐标和优势树种等。对样地的调查流程严格按照森林资源规划设计调查技术规程GB/T 26424-2010执行。

5 技术流程

区域人工林资源面积遥感监测技术流程主要包括数据源、影像预处理、冠层特征（包括植被指数、纹理、NDVI时间序列等）提取、人工林树种识别提取、精度检验与评价、多时相树种分布图及树种面积变化监测结果制作等流程，详见图1。



图1区域人工林资源面积遥感监测技术流程

6 数据处理

6.1卫星遥感影像预处理

影像需要经过大气校正、几何校正、地形辐射校正和必要的镶嵌、裁剪等预处理。具体预处理流程及质量参照GB/T15968-2008第3章、第5章执行。

影像分幅和编号应按GB/T13989-2012的要求执行。

6.2特征提取

6.2.1植被指数计算

基于所获取的全部卫星遥感影像的相关波段，计算多种植被指数，包括归一化植被指数（Normalized Difference Vegetation Index，NDVI）、增强型植被指数（Enhanced Vegetation Index, EVI）、归一化红边植被指数（Red Edge Normalized Difference Vegetation Index，NDVIred-edge)和改进归一化红边植被指数（Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index, mNDVIred-edge）。

计算公式如下：

····························（1）

····························（2）

····························（3）

····························（4）

式中：

——代表近红外波段表观反射率值或地表反射率值；

——代表红波段的表观反射率值或地表反射率值；

*B*——代表蓝波段的表观反射率值或地表反射率值；

——表示波长在750处的表观反射率或地表反射率值；

——表示波长在705处的表观反射率或地表反射率值；

——表示波长在445处的表观反射率或地表反射率值。

6.2.2 纹理特征提取和筛选

选择灰度共生矩阵（Gray Level Co-occurrence Matrices，GLCM）提取影像的树种纹理特征，包括对比度（Contrast，Con）、熵（Entropy，Ent）、角二阶矩（Angular Second Moment，ASM）和相关性（Correlation，Corr）等，见附录A。对各多光谱影像进行主成分分析（Principal Component Analysis，PCA），并选择第一主分量依次计算筛选出对象特征间相关系数最小、特征信息量保留最多的纹理特征。

6.2.3 NDVI时间序列提取

构建一年内NDVI月度变化曲线，应包含萌芽、抽枝、展叶、落叶等物候期：

a） 利用Savitzky-Golay滤波法对该曲线进行重构，去除由于传感器性能、观测条件差异等干扰导致的观测值噪音，得到可以反映目标树种生长变化的平滑曲线。

滤波器的基本公式为：

··········································（5）

式中：

*Y*——原始NDVI值；

——平滑后的NDVI值；

——S-G多项式拟合的系数，表示从滤波器首部开始第个NDVI值的权重；

*j*——原始NDVI数组的系数；

——滤波器窗口大小；

——卷积数，取值为2+1。

b） 对a）中获得的NDVI时间序列曲线做二阶微分变换处理，进一步减弱背景噪音、提高树种区分度。

二阶微分变换的公式为：

····························（6）

式中：

*R*——时间处的NDVI值；

——时间与＋1之间的NDVI二阶微分数值；

*Δλ*——表示相邻时间间隔的NDVI差值。

c） 基于b）中获得的NDVI时间序列曲线，计算曲线振幅及曲线积分(与x轴)。

7 树种识别模型构建

7.1 训练样本和检验样本划分

利用样地实测数据作为样本（见4.3），其中4/5为训练样本，其余的1/5为检验样本。所采集的样地空间地理坐标位置与多光谱卫星影像重叠位置即为一个样本。

7.2 树种识别提取

7.2.1 利用辅助数据（见4.2），获取人工林空间范围。

7.2.2 在人工林范围内，基于卫星影像原始光谱、纹理、植被指数、NDVI时间序列曲线等特征（见6.2），利用支持向量机分类器对人工林树种进行区分和提取，选取径向基函数(RBF)进行，并设置其核函数γ为1，惩罚系数C为100。

7.3 分类后处理

a) 采用主要/次要分析、聚类处理方法等将分类结果中面积很小的噪声图斑（小于3×3像元）去除，即与相邻面积最大的图斑进行合并。

b) 除去多余的多边形节点，使边界平滑、图斑更加自然。

c) 目视判读，对明显错分的人工林树种类型进行修改。

7.4 精度检验与评价

7.4.1 精度检验

对树种分类结果进行精度检验时，选取未进行样本训练的样地实测数据进行精度验证。

7.4.2 精度评价

利用抽样的像元样本建立混淆矩阵（Confusion Matrix）并计算出总体分类精度（Overall Accuracy, OA）、Kappa系数（Kappa Coefficient, Kappa）、制图精度（Producer's Accuracy, PA）和用户精度（User's Accuracy, UA）四个指标对分类后影像精度进行评价。

计算公式如下：

·································（7）

·····································（8）

·······································（9）

······································（10）

式中：

——混淆矩阵总的类别数；

——混淆矩阵中第行、第列的元素；

——混淆矩阵的行总和；

——混淆矩阵的列总和；

——样本总数。

8 制图与统计

8.1 树种分布图制作

8.1.1 区域人工林遥感分类成果为多时相树种分布图，根据不同树种标记与着色，制作方式按GB/T 18317-2001完成，成果格式为栅格、矢量图层。

8.1.2 通过对不同时期的树种分布图进行加工，提取树种类型变化图，标记树种变化发生的位置和类型，从而对监测区域内人工林树种分布变化进行动态监测。

8.2 人工林面积统计

8.2.1 以公顷（hm2）为单位，精确到0.01。图斑理论面积与实际面积的误差范围不得大于理论面积的1/400。

8.2.2 面积应平差到每个图斑，平差后差值应赋予图中面积最大的图斑。

附录A

（资料性）

表 A.1 灰度共生矩阵纹理特征计算公式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 缩写 | 公式 |
| 对比度 | *Con*  |  |
| 角二阶矩 | *ASM*  |  |
| 熵 | *Ent* |  |
| 相关性 | *Corr* |  |
| 其中： |
|  |
|  |
|  |
| 逆差矩 | *IDM* |  |
| 方差 | *Var* |  |
| 其中：*u*为的均值 |
| 注1：表示各灰度级间的二阶联合条件概率密度，描述以灰度级为始点，灰度级出现的概率。为图像的灰度级。 |