



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 538—2020

高分辨率对地观测卫星森林覆盖面积变化监测技术导则

Technical directive for the area change monitoring of forest cover by using
China High-Resolution Earth Observation System satellite

2020-01-21 发布

2020-05-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 数据准备	1
4 森林覆盖判识方法	1
5 森林覆盖面积变化监测方法	3
6 森林覆盖面积变化监测流程	4
附录 A(资料性附录) 高分一号主要参数	5
附录 B(资料性附录) 高分二号主要参数	6
附录 C(规范性附录) 基于边缘检测的对象分割方法	7
附录 D(规范性附录) 基于全局优化的对象合并方法	8
附录 E(资料性附录) 森林覆盖提取参考阈值季节变化	9
参考文献	10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国卫星气象与空间天气标准化技术委员会(SAC/TC 347)提出并归口。

本标准起草单位:中国气象局沈阳大气环境研究所、国家卫星气象中心、辽宁省气象局。

本标准主要起草人:武晋雯、张玉书、李贵才、于文颖、冯锐、纪瑞鹏、孙龙彧、陈洪伟、关惠戈、陈凯奇、沈秋宇。

高分辨率对地观测卫星森林覆盖面积变化监测技术导则

1 范围

本标准规定了高分辨率对地观测(以下简称“高分”)卫星森林覆盖面积变化监测的数据准备、森林覆盖判识方法、监测方法及流程。

本标准适用于利用高分一号、高分二号或具有类似通道设计的高分卫星数据,开展森林覆盖面积变化遥感监测和评价工作。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

归一化差值植被指数 **normalized difference vegetation index; NDVI**

近红外、红光两个波段的反射率之差除以二者之和。

[GB/T 34814—2017,定义 2.10]

2.2

纹理 **texture**

遥感影像地物轮廓内色调变化的频率。

2.3

森林覆盖度 **forest coverage**

区域内森林植被(包括叶、茎、枝)在地面的垂直投影面积占区域面积的百分比。

3 数据准备

3.1 时相要求

根据森林覆盖监测区域的不同,选择森林生长季的高分卫星数据。

3.2 数据要求

应选择满足时相要求的晴空多光谱数据,高分一号主要参数和高分二号主要参数分别参见附录 A 和附录 B,空间分辨率应保持评价序列前后一致。

3.3 数据处理

对高分卫星数据进行大气校正、正射校正、镶嵌、裁剪等处理。

4 森林覆盖判识方法

4.1 影像分割、合并

影像分割应采用基于边缘检测的对象分割方法,见附录 C;影像合并应采用基于全局优化的对象合

并方法,见附录 D,根据监测区域及时相选择分割和合并阈值。

4.2 特征提取

4.2.1 归一化差值植被指数计算

依式(1)计算归一化差值植被指数:

$$NDVI = \frac{R_{nir} - R_{red}}{R_{nir} + R_{red}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

NDVI —— 归一化差值植被指数;

R_{nir} —— 近红外波段反射率;

R_{red} —— 红光波段反射率。

4.2.2 纹理计算

依式(2)计算纹理:

$$G_{mean} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} p(i,j) \times i \dots\dots\dots(2)$$

式中:

G_{mean} —— 纹理平均值;

$p(i,j)$ —— 以 i 为始点,出现灰度级 j 的概率;

N —— 矩阵阶数;

i,j —— 矩阵坐标。

4.3 判识规则

北方和南方地区像元分别符合式(3)、式(4)规则的逻辑关系判识为森林覆盖:

$$\text{北方地区: } NDVI \geq NDVI_{th} \text{ 且 } G_{b,min} \leq G_b \leq G_{b,max} \text{ 且 } R_{b,min} \leq R_b \leq R_{b,max} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{南方地区: } NDVI \geq NDVI_{th} \text{ 且 } G_{r,min} \leq G_r \leq G_{r,max} \text{ 且 } R_{r,min} \leq R_r \leq R_{r,max} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

NDVI —— 归一化差值植被指数;

$NDVI_{th}$ —— 归一化差值植被指数对应的参考阈值;

G_b —— 可见光蓝光波段纹理平均值;

$G_{b,min}$ —— G_b 对应的下限阈值;

$G_{b,max}$ —— G_b 对应的上限阈值;

R_b —— 可见光蓝光波段反射率平均值;

$R_{b,min}$ —— R_b 对应的下限阈值;

$R_{b,max}$ —— R_b 对应的上限阈值;

G_r —— 可见光红光波段纹理平均值;

$G_{r,min}$ —— G_r 对应的下限阈值;

$G_{r,max}$ —— G_r 对应的上限阈值;

R_r —— 可见光红光波段反射率平均值;

$R_{r,min}$ —— R_r 对应的下限阈值;

$R_{r,max}$ —— R_r 对应的上限阈值;

根据监测区域及时相选择阈值,森林覆盖提取参考阈值季节变化参见附录 E。

4.4 森林覆盖等级划分与森林覆盖面积计算

4.4.1 森林覆盖等级划分

依式(5)计算森林覆盖度:

$$f_c = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- f_c —— 森林覆盖度;
- $NDVI_{\max}$ —— 归一化差值植被指数的最大值;
- $NDVI_{\min}$ —— 归一化差值植被指数的最小值。

依据森林覆盖度数值大小将森林覆盖等级划分为3级:低覆盖等级($f_c \leq 40\%$)、中覆盖等级($40\% < f_c < 70\%$)、高覆盖等级($f_c \geq 70\%$)。

4.4.2 森林覆盖面积计算

依式(6)计算森林覆盖面积:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- S —— 森林覆盖面积,单位为平方千米(km^2);
- i —— 森林覆盖区内像元序号;
- n —— 森林覆盖区内像元总数;
- S_i —— 第 i 像元面积,单位为平方千米(km^2)。

5 森林覆盖面积变化监测方法

5.1 一般要求

- 5.1.1 应选择评价期和对照期开展森林覆盖面积变化监测,包括森林覆盖面积绝对变化和相对变化、不同森林覆盖等级面积绝对变化和相对变化。
- 5.1.2 评价期为当年森林生长季,对照期为往年森林生长季。
- 5.1.3 森林覆盖面积变化评价时,应采用相近时相数据比较。

5.2 森林覆盖面积绝对变化

依式(7)计算森林覆盖面积绝对变化:

$$\Delta S = S_m - S_b \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

- ΔS —— 森林覆盖面积绝对变化,单位为平方千米(km^2);
- S_m —— 评价期森林覆盖面积,单位为平方千米(km^2);
- S_b —— 对照期森林覆盖面积,单位为平方千米(km^2)。

5.3 森林覆盖面积绝对变化占评价区域面积比例

依式(8)计算森林覆盖面积绝对变化占评价区域面积比例:

$$P = \frac{\Delta S}{S_{Am}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中：

P ——森林覆盖面积绝对变化占评价区域面积比例，以百分率(%)表示；

S_{Am} ——评价区域面积，单位为平方千米(km²)。

5.4 不同森林覆盖等级面积绝对变化

依式(9)计算不同森林覆盖等级面积绝对变化：

$$\Delta S_j = S_{m,j} - S_{b,j} \dots\dots\dots(9)$$

式中：

ΔS_j —— j 覆盖等级森林面积绝对变化，单位为平方千米(km²)；

j ——分别对应高、中、低森林覆盖等级；

$S_{m,j}$ ——评价期高、中、低森林覆盖等级面积，单位为平方千米(km²)；

$S_{b,j}$ ——对照期高、中、低森林覆盖等级面积，单位为平方千米(km²)。

5.5 不同森林覆盖等级面积绝对变化占评价区域面积比例

依式(10)计算不同森林覆盖等级面积绝对变化占评价区域面积比例：

$$P_j = \frac{\Delta S_j}{S_{Am}} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

式中：

P_j —— j 覆盖等级森林面积绝对变化占评价区域面积比例，以百分率(%)表示。

6 森林覆盖面积变化监测流程

监测流程如下：

- a) 选择确定高分卫星数据；
- b) 数据处理；
- c) 影像分割、合并；
- d) 计算光谱、纹理特征以及归一化差值植被指数；
- e) 森林覆盖遥感判识；
- f) 森林覆盖面积变化监测。

附 录 A
(资料性附录)
高分一号主要参数

表 A.1 列出了高分一号主要参数。

表 A.1 高分一号主要参数

载荷	谱段号	谱段范围 μm	空间分辨率 m	幅宽 km	侧摆能力	重访时间 d
全色多光谱 相机	1	0.45~0.90	2	60 (2台相机组合)	$\pm 35^\circ$	4
	2	0.45~0.52	8			
	3	0.52~0.59				
	4	0.63~0.69				
	5	0.77~0.89				
多光谱相机	6	0.45~0.52	16	800 (4台相机组合)		2
	7	0.52~0.59				
	8	0.63~0.69				
	9	0.77~0.89				

附 录 B
(资料性附录)
高分二号主要参数

表 B.1 列出了高分二号主要参数。

表 B.1 高分二号主要参数

载荷	谱段号	波长范围 μm	空间分辨率 m	幅宽 km	侧摆能力	重访周期 d
全色多光谱 相机	1	0.45~0.90	1	45 (2台相机组合)	$\pm 35^\circ$	5
	2	0.45~0.52	4			
	3	0.52~0.59				
	4	0.63~0.69				
	5	0.77~0.89				

附录 C

(规范性附录)

基于边缘检测的对象分割方法

C.1 方法介绍

图像的边缘点是指图像中周围像素灰度有阶跃变化的像素点,边缘检测可以保留图像的结构属性,采用 Sobel 算子检测边缘点。

C.2 边缘检测基本步骤

包括:

- a) 平滑滤波:去除噪声影响;
- b) 锐化滤波:锐化邻域中的灰度变化;
- c) 边缘判定:应用二值化处理判定边缘,通常采用 Sobel 算子;
- d) 边缘连接:将间断的边缘连接成为有意义的完整边缘,同时去除假边缘。

C.3 Sobel 算子

Sobel 算子是一种离散性差分算子。

采用 2 个卷积核(见图 C.1),进行图像中每一个像素点的水平和垂直方向卷积计算。

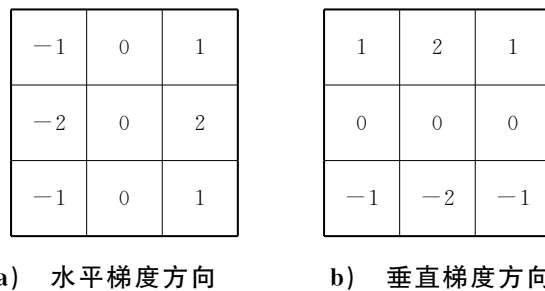


图 C.1 Sobel 算子模块

水平方向的卷积运算(G_x)见式(C.1),垂直方向的卷积运算(G_y)见式(C.2):

$$G_x = \{f(x-1, y-1) + 2 \times f(x-1, y) + f(x-1, y+1)\} - \{f(x+1, y-1) + 2 \times f(x+1, y) + f(x+1, y+1)\} \dots\dots\dots(C.1)$$

$$G_y = \{f(x-1, y-1) + 2 \times f(x, y-1) + f(x+1, y-1)\} - \{f(x-1, y+1) + 2 \times f(x, y+1) + f(x+1, y+1)\} \dots\dots\dots(C.2)$$

将 2 个卷积的最大值作为像素点的输出值($f(x, y)$),设定阈值,输出值大于或等于阈值的点为边缘点,反之则不是边缘点,从而实现边缘检测。

分割参考阈值为 40~50。

附录 D

(规范性附录)

基于全局优化的对象合并方法

采用基于全局优化的对象合并方法,计算方法见式(D.1),迭代合并邻近的小斑块。如果邻近地区 O_i 和 O_j 的 t_{ij} 比设定的阈值小则进行合并,阈值设定范围为 0~100。

$$t_{ij} = \frac{|O_i| \cdot |O_j| / (|O_i| + |O_j|) \cdot \|u_i - u_j\|^2}{L_{\partial(O_i, O_j)}} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- t_{ij} —— 区域 i 与区域 j 的合并值;
 - O_i —— 区域 i 的影像;
 - O_j —— 区域 j 的影像;
 - $|O_i|$ —— 区域 i 的面积;
 - $|O_j|$ —— 区域 j 的面积;
 - u_i —— 区域 i 的像元灰度平均值;
 - u_j —— 区域 j 的像元灰度平均值;
 - $\|u_i - u_j\|$ —— 区域 i 和 j 的光谱值的欧式距离;
 - $L_{\partial(O_i, O_j)}$ —— 区域 O_i 和 O_j 的共同边界长度。
- 合并参考阈值为 70~90。

附 录 E
(资料性附录)

森林覆盖提取参考阈值季节变化

森林覆盖提取参考阈值季节变化见表 E.1。

表 E.1 森林覆盖提取参考阈值季节变化

样本	特征	5 月	8 月	11 月
东北地区	$NDVI_{th}$	0.46	0.74	—
	$G_{b,min}$	1	1.3	—
	$G_{b,max}$	5.14	7.38	—
	$R_{b,min}$	0.012	0.041	—
	$R_{b,max}$	0.043	0.055	—
西北地区	$NDVI_{th}$	0.57	0.60	—
	$G_{b,min}$	7	6.5	—
	$G_{b,max}$	10.55	8.52	—
	$R_{b,min}$	0.026	0.037	—
	$R_{b,max}$	0.049	0.069	—
东南地区	$NDVI_{th}$	0.78	0.76	0.71
	$G_{r,min}$	1	1	1
	$G_{r,max}$	4.21	5.21	4.80
	$R_{r,min}$	0.012	0.027	0.017
	$R_{r,max}$	0.030	0.044	0.054
西南地区	$NDVI_{th}$	0.45	0.59	0.37
	$G_{r,min}$	6.67	3.67	3
	$G_{r,max}$	10.85	9.30	8.14
	$R_{r,min}$	0.012	0.034	0.006
	$R_{r,max}$	0.022	0.085	0.016
注:东北地区、西北地区 11 月非生长季。				

参 考 文 献

- [1] GB/T 34814—2017 草地气象监测评价方法
- [2] 崔一娇,朱琳,赵力娟. 基于面向对象及光谱特征的植被信息提取与分析[J]. 生态学报,2013,33(3):867-875
- [3] 董士伟. 林地信息提取与精度评价空间抽样方法研究[J]. 测绘学报,2018,47(10):139
- [4] 董心玉. 基于面向对象的高分一号遥感影像森林分类研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2016
- [5] 姜洋,李艳. 浙江省森林信息提取及其变化的空间分布[J]. 生态学报,2014,34(24):7261-7270
- [6] 李国清. 南方山地丘陵森林主要树种遥感信息提取研究[D]. 福州:福建农林大学,2009
- [7] 李伟涛. 高分辨率遥感森林植被分类提取研究[D]. 北京:北京林业大学,2016
- [8] 李晓红,陈尔学,李增元,等. 综合应用多源遥感数据的面向对象土地覆盖分类方法[J]. 林业科学,2018,54(2):68-80
- [9] 林雪. 面向林地信息的高分一号遥感影像融合与分类研究[D]. 北京:北京林业大学,2016
- [10] 凌春丽. 面向对象的森林覆盖信息提取研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2010
- [11] 陆超. 基于 WorldView-2 影像的面向对象信息提取技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2012
- [12] 裴欢,孙天娇,王晓妍. 基于 Landsat 8 OLI 影像纹理特征的面向对象土地利用/覆盖分类[J]. 农业工程学报,2018,34(2):248-255
- [13] 王鹤霖,范文义,赵妍,等. 基于纹理信息的森林类型遥感识别技术[J]. 东北林业大学学报,2013(6):50-54
- [14] 王婧. 面向对象的林业遥感信息提取方法研究[D]. 北京:北京林业大学,2013
- [15] 王荣,江东,韩惠,等. 高分辨率遥感影像天然林与人工林植被覆盖信息提取[J]. 资源科学,2013,35(4):868-874
- [16] 王婷婷,李山山,李安,等. 基于 Landsat8 卫星影像的北京地区土地覆盖分类[J]. 中国图象图形学报,2015,20(9):1275-1284
- [17] 许盼盼. 基于高时空分辨率数据的湿地精细分类研究[D]. 北京:中国科学院大学,2018.
- [18] 闫敏,李增元,陈尔学,等. 内蒙古大兴安岭根河森林保护区植被覆盖度变化[J]. 生态学杂志,2016,35(2):508-515
- [19] 张百平. 中国南北过渡带研究的十大科学问题[J]. 地理科学进展,2019,38(03):3-9
- [20] 张猛,曾永年,朱永森. 面向对象方法的时间序列 MODIS 数据湿地信息提取——以洞庭湖流域为例[J]. 遥感学报,2017(3):479-492
- [21] 张学玲,张莹,牛德奎,等. 基于 TM NDVI 的武功山山地草甸植被覆盖度时空变化研究[J]. 生态学报,2018,38(7):2414-2424
- [22] 朱永森,曾永年,张猛. 基于 HJ 卫星数据与面向对象分类的土地利用/覆盖信息提取[J]. 农业工程学报,2017(14):266-273
- [23] 竺可桢. 中国的亚热带[J]. 科学通报,1958,3(17):524-528
- [24] Kim M, Madden M, Warner T T A. Forest type mapping using object-specific texture measures from multispectral ikonos imagery: Segmentation quality and image classification issues[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing,2009,75(7):819-829
- [25] Marpu P R, Niemeyer I, Nussbaum S, et al. A procedure for automatic object-based classification[M]// Object-Based Image Analysis. Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications,2008

[26] Van Niel T G, Mcvicar T R, Datt B. On the relationship between training sample size and data dimensionality: Monte Carlo analysis of broadband multi-temporal classification[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 98(4): 468-480

中华人民共和国
气象行业标准
高分辨率对地观测卫星森林覆盖面积变化监测技术导则
QX/T 538—2020

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30千字
2020年3月第1版 2020年3月第1次印刷

*

书号:135029-6125 定价:15.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301