



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 454—2018

卫星遥感秸秆焚烧过火区面积估算 技术导则

Technical directive on satellite remote sensing of straw burned area estimating

2018-11-30 发布

2019-03-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 符号	1
4 数据源要求与前期数据处理	2
5 卫星像元尺度农田面积计算方法	2
6 过火区判识方法	3
7 过火区面积估算方法	3
8 过火区面积估算处理流程	3
附录 A(资料性附录) 主要卫星通道参数	5
附录 B(资料性附录) 决策树分类算法	10
附录 C(资料性附录) 农田过火区判识阈值	11
附录 D(资料性附录) 过火程度公式计算方法	12
附录 E(资料性附录) 等经纬度投影像元面积计算公式	13
参考文献	14

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:国家卫星气象中心。

本标准主要起草人:陈洁、刘诚、郑伟、赵长海、高浩、邵佳丽。

引 言

中国是农业大国,秸秆资源丰富,直接焚烧不仅造成了资源浪费,而且焚烧产生的大量烟雾容易导致大面积空气污染,给生态环境、空气质量带来极大的影响。利用卫星遥感技术可获取秸秆焚烧过火区面积信息,同时,卫星具有监测覆盖范围宽广、观测频次高的特点,在秸秆焚烧过火区面积估算中具有独特的优势。

本标准提出了基于多源卫星资料的秸秆焚烧过火区面积估算方法和处理规范,为气象、环保、农业等有关行业遥感部门开展卫星遥感秸秆焚烧过火区面积估算提供技术参考。

卫星遥感秸秆焚烧过火区面积估算技术导则

1 范围

本标准规定了卫星遥感秸秆焚烧过火区面积估算的数据要求、估算方法、处理流程等。
本标准适用于利用卫星遥感数据开展秸秆焚烧过火区面积估算的业务或研究。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

过火区 **burned area**

作物秸秆焚烧过的区域。

2.2

过火程度 **ratio of burned area**

卫星遥感估算的像元内秸秆焚烧过火区面积占像元面积比例。

2.3

农田面积比例 **ratio of cropland**

卫星遥感单位像元内农田所占的面积比例。

3 符号

下列符号适用于本文件。

$NDVI$: 被监测像元的归一化植被指数。

$NDVI_{th}$: 归一化植被指数过火区判识阈值。

P_c : 农田面积比例。

P_{cf} : 气象卫星像元的过火程度。

P_{cfi} : 第 i 个气象卫星像元的过火程度。

R_{Nir} : 近红外通道反射率。

R_{Nirth} : 近红外通道过火区判识反射率阈值。

R_{Vis} : 可见光通道反射率。

S_f : 过火区总面积。

S_i : 第 i 个像元的面积。

T_{far} : 远红外通道亮温。

T_{farth} : 远红外通道过火区判识阈值。

4 数据源要求与前期数据处理

4.1 数据源

4.1.1 卫星数据

数据源应来自携带有可见光、近红外、远红外等波段探测仪器的遥感卫星。卫星探测仪器特性参数参见附录 A。

4.1.2 辅助数据

辅助数据为土地利用分类数据。

4.2 前期数据处理

4.2.1 一般要求

本标准涉及各级别的气象卫星数据,气象卫星数据分级标准参见 QX/T 158—2012。

4.2.2 气象卫星数据前期处理

在过火区面积计算前,气象卫星轨道数据应经过以下技术处理:

- a) 经过卫星原始数据预处理,所生成的预处理数据格式见《风云二号卫星业务产品与卫星数据格式实用手册》;
- b) 对预处理后的数据进行地图等经纬度投影变换,生成 LDF 格式的局域图像,分辨率为 0.0025° ,并附有太阳天顶角、太阳方位角、卫星天顶角、卫星方位角信息;
- c) 图像定位经过地标检验,定位精度要求为 1 个像元以内。

4.2.3 陆地卫星数据前期处理

在过火区面积计算前,陆地卫星数据应经过以下技术处理:

- a) 卫星原始数据经过定位和定标预处理;
- b) 对预处理后的数据进行地图等经纬度投影变换,生成待监测区域的 LDF 格式局域图像,分辨率为 0.00025° ,并附有太阳天顶角、太阳方位角、卫星天顶角、卫星方位角信息;
- c) 图像定位经过地标检验,定位精度优于 0.0025° 。

5 卫星像元尺度农田面积计算方法

5.1 多源卫星数据空间匹配

气象卫星和陆地卫星图像投影分辨率比例应为整数倍关系,如气象卫星分辨率为 0.0025° ,陆地卫星分辨率为 0.00025° 。

5.2 农田信息提取

利用陆地卫星数据,计算归一化植被指数数据,通过决策树算法(参见附录 B)提取监测区内的农田、水体、人工建筑像元信息,分辨率为 0.00025° 。归一化植被指数计算公式见式(1)。

$$NDVI = (R_{Nir} - R_{Vis}) / (R_{Nir} + R_{Vis}) \dots\dots\dots(1)$$

5.3 农田面积比例计算

利用陆地卫星数据生成的监测区农田像元信息,参考土地覆盖类型数据,计算监测区气象卫星像元尺度的农田面积比例,分辨率为 0.0025° 。农田面积比例计算公式见式(2)。

$$P_c = N_c / 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

N_c ——在气象卫星像元尺度内,利用陆地卫星数据提取的农田像元个数。

6 过火区判识方法

6.1 利用土地覆盖类型数据,判断过火区像元是否位于农田区内,当监测像元确定为农田内像元,并满足式(3)的条件时,确认为过火区。

$$T_{far} > T_{farth} \text{ 且 } R_{Nir} < R_{Nirth} \text{ 且 } NDVI < NDVI_{th} \text{ 且 } P_c > 0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

6.2 上述阈值根据季节和区域的变化而变化(参见附录 C)。

7 过火区面积估算方法

7.1 过火程度计算

过火程度即过火区像元内实际过火面积占纯农田像元面积的比例,反映该像元的农田过火程度。过火程度计算公式见式(4)。

$$P_{cf} = (R_{NIR_m} - R_{NIR_{mf}}) / (R_{NIR_c} - R_{NIR_{cf}}) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

R_{NIR_m} ——过火前的近红外通道反射率;

$R_{NIR_{mf}}$ ——过火后的近红外通道反射率;

R_{NIR_c} ——过火前的纯农田像元近红外通道反射率;

$R_{NIR_{cf}}$ ——完全过火的纯农田像元近红外通道反射率。

过火程度公式计算方法参见附录 D。

7.2 过火区面积统计

7.2.1 过火区总面积计算公式见式(5)。

$$S_i = \sum (S_i \times P_{cfi}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

7.2.2 等经纬度投影像元计算公式参见附录 E。

8 过火区面积估算处理流程

8.1 过火区面积估算处理步骤如下:

- a) 气象卫星数据前期处理,包括局域图像投影变换,几何精校正等;
- b) 陆地卫星数据前期处理,包括局域图像投影变换,几何精校正等;
- c) 多源卫星数据时空匹配;
- d) 陆地卫星农田等土地覆盖类型分类;
- e) 气象卫星像元尺度农田面积比例计算;
- f) 气象卫星数据过火区判识;

- g) 气象卫星像元过火程度计算；
- h) 气象卫星像元过火区面积计算；
- i) 监测区过火区面积结果生成。

8.2 过火区面积估算处理流程见图 1。

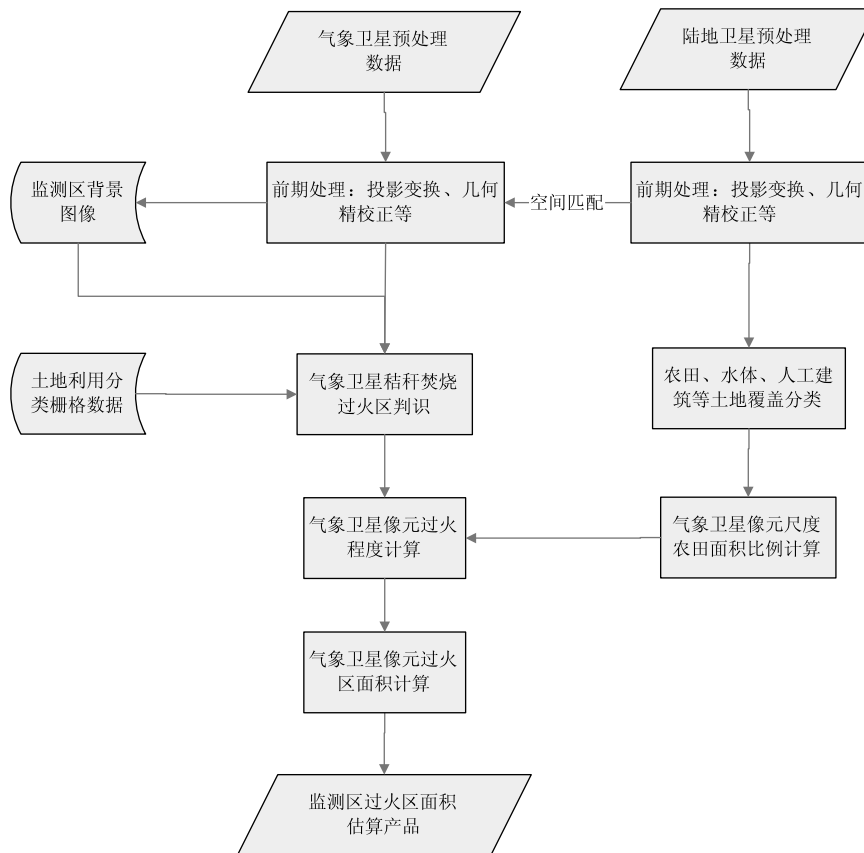


图 1 过火区面积估算处理流程图

附 录 A
(资料性附录)
主要卫星通道参数

表 A.1~表 A.7 列出了可用于秸秆焚烧过火面积估算的主要在轨运行卫星的主要参数。

表 A.1 FY-3A/B/C MERSI(中分辨率光谱成像仪)通道参数

通道	波长 μm	波段	星下点分辨率 m
1	0.445~0.495	可见光(Visible)	250
2	0.525~0.575	可见光(Visible)	250
3	0.625~0.675	可见光(Visible)	250
4	0.835~0.885	近红外(Near Infrared)	250
5	10.50~12.50	远红外(Far Infrared)	250
6	0.402~0.422	可见光(Visible)	1000
7	0.433~0.453	可见光(Visible)	1000
8	0.480~0.500	可见光(Visible)	1000
9	0.510~0.530	可见光(Visible)	1000
10	0.525~0.575	可见光(Visible)	1000
11	0.640~0.660	可见光(Visible)	1000
12	0.675~0.695	可见光(Visible)	1000
13	0.755~0.775	可见光(Visible)	1000
14	0.855~0.875	近红外(Near Infrared)	1000
15	0.895~0.915	近红外(Near Infrared)	1000
16	0.930~0.950	近红外(Near Infrared)	1000
17	0.970~0.990	近红外(Near Infrared)	1000
18	1.020~1.040	近红外(Near Infrared)	1000
19	1.615~1.665	短波红外(Short Infrared)	1000
20	2.105~2.255	短波红外(Short Infrared)	1000

表 A.2 FY-3D/MERSI(中分辨率光谱成像仪)通道参数

通道	中心波长 μm	波段	星下点分辨率 m
1	0.47	可见光(Visible)	250
2	0.55	可见光(Visible)	250
3	0.64	可见光(Visible)	250

表 A.2 FY-3D/MERSI(中分辨率光谱成像仪)通道参数(续)

通道	中心波长 μm	波段	星下点分辨率 m
4	0.865	近红外(Near Infrared)	250
5	1.38	近红外(Near Infrared)	1000
6	1.64	近红外(Near Infrared)	1000
7	2.13	近红外(Near Infrared)	1000
8	0.412	可见光(Visible)	1000
9	0.443	可见光(Visible)	1000
10	0.490	可见光(Visible)	1000
11	0.555	可见光(Visible)	1000
12	0.67	可见光(Visible)	1000
13	0.709	近红外(Near Infrared)	1000
14	0.746	近红外(Near Infrared)	1000
15	0.865	近红外(Near Infrared)	1000
16	0.905	近红外(Near Infrared)	1000
17	0.936	近红外(Near Infrared)	1000
18	0.940	近红外(Near Infrared)	1000
19	1.03	短波红外(Short Infrared)	1000
20	3.80	中波红外(Middle infrared)	1000
21	4.05	中波红外(Middle infrared)	1000
22	7.23	中波红外(Middle infrared)	1000
23	8.56	中波红外(Middle infrared)	1000
24	10.7	远红外(Far infrared)	250
25	11.9	远红外(Far infrared)	250

表 A.3 Suomi-NPP/VIIRS(可见光/红外辐射成像仪)通道参数

通道	中心波长 μm	波段	星下点分辨率 m
M1	0.412	可见光(Visible)	750
M2	0.445	可见光(Visible)	750
M3	0.488	可见光(Visible)	750
M4	0.555	近红外(Near Infrared)	750
M5	0.672	近红外(Near Infrared)	750
M6	0.746	近红外(Near Infrared)	750

表 A.3 Suomi-NPP/VIIRS(可见光/红外辐射成像仪)通道参数(续)

通道	中心波长 μm	波段	星下点分辨率 m
M7	0.865	近红外(Near Infrared)	750
M8	1.24	可见光(Visible)	750
M9	1.378	可见光(Visible)	750
M10	1.61	可见光(Visible)	750
M11	2.25	可见光(Visible)	750
M12	3.70	可见光(Visible)	750
M13	4.05	近红外(Near Infrared)	750
M14	8.55	近红外(Near Infrared)	750
M15	10.763	近红外(Near Infrared)	750
M16	10.013	近红外(Near Infrared)	750
I1	0.64	近红外(Near Infrared)	375
I2	0.865	近红外(Near Infrared)	375
I3	1.61	短波红外(Short Infrared)	375
I4	3.74	中波红外(Middle infrared)	375
I5	11.45	中波红外(Middle infrared)	375

表 A.4 EOS/MODIS(中分辨率光谱成像仪)通道参数

通道	波长 μm	波段	星下点分辨率 m
1	0.62~0.67	可见光(Visible)	250
2	0.841~0.876	可见光(Visible)	250
3	0.459~0.479	可见光(Visible)	500
4	0.545~0.565	可见光(Visible)	500
5	1.230~1.250	近红外(Near infrared)	500
6	1.628~1.652	短波红外(Short infrared)	500
7	2.105~2.155	短波红外(Short infrared)	500
8	0.405~0.420	可见光(Visible)	1000
9	0.438~0.448	可见光(Visible)	1000
10	0.483~0.493	可见光(Visible)	1000
11	0.526~0.536	可见光(Visible)	1000
12	0.546~0.556	可见光(Visible)	1000
13	0.662~0.672	可见光(Visible)	1000

表 A.4 EOS/MODIS(中分辨率光谱成像仪)通道参数(续)

通道	波长 μm	波段	星下点分辨率 m
14	0.673~0.683	可见光(Visible)	1000
15	0.743~0.753	可见光(Visible)	1000
16	0.862~0.877	近红外(Near infrared)	1000
17	0.890~0.920	近红外(Near infrared)	1000
18	0.931~0.941	近红外(Near infrared)	1000
19	0.915~0.965	近红外(Near infrared)	1000
20	3.660~3.840	中波红外(Middle infrared)	1000
21	3.929~3.989	中波红外(Middle infrared)	1000
22	3.929~3.989	中波红外(Middle infrared)	1000
23	4.020~4.080	中波红外(Middle infrared)	1000
24	4.433~4.498	中波红外(Middle infrared)	1000
25	4.482~4.549	中波红外(Middle infrared)	1000
26	1.360~1.390	短波红外(Short infrared)	1000
27	6.535~6.895	中波红外(Middle infrared)	1000
28	7.175~7.475	中波红外(Middle infrared)	1000
29	8.400~8.700	远红外(Far infrared)	1000
30	9.580~9.880	远红外(Far infrared)	1000
31	10.780~11.280	远红外(Far infrared)	1000
32	11.770~12.270	远红外(Far infrared)	1000
33	13.185~13.485	远红外 Far infrared)	1000
34	13.485~13.785	远红外(Far infrared)	1000
35	13.785~14.085	远红外(Far infrared)	1000
36	14.085~14.385	远红外(Far infrared)	1000

表 A.5 HJ-1A/1B 卫星传感器通道参数

卫星	通道	波长 μm	波段	星下点分辨率 m
HJ-1A	1	0.43~0.52	可见光(Visible)	30
	2	0.52~0.60	可见光(Visible)	30
	3	0.63~0.69	可见光(Visible)	30
	4	0.76~0.90	近红外(Near Infrared)	30
	—	0.45~0.95 (110~128 个谱段)		100

表 A.5 HJ-1A/1B 卫星传感器通道参数(续)

卫星	通道	波长 μm	波段	星下点分辨率 m
HJ-1B	1	0.43~0.52	可见光(Visible)	30
	2	0.52~0.60	可见光(Visible)	30
	3	0.63~0.69	可见光(Visible)	30
	4	0.76~0.90	近红外(Near Infrared)	30
	5	0.75~1.10	近红外(Near Infrared)	150

表 A.6 GF-1 卫星传感器通道参数

通道	波长 μm	星下点分辨率 m
1	0.45~0.90	2
2	0.45~0.52	8
3	0.52~0.59	8
4	0.63~0.69	8
5	0.77~0.89	8
6	0.45~0.52	16
7	0.52~0.59	16
8	0.63~0.69	16
9	0.77~0.89	16

表 A.7 GF-2 卫星传感器通道参数

通道	波长 μm	星下点分辨率 m
1	0.45~0.90	1
2	0.45~0.52	4
3	0.52~0.59	4
4	0.63~0.69	4
5	0.77~0.89	4

附 录 B
(资料性附录)
决策树分类算法

B.1 决策树算法是一种逼近离散函数值的方法。它是一种典型的分类方法,首先对数据进行处理,利用归纳算法生成可读的规则和决策树,然后使用决策对新数据进行分析。本质上决策树是通过一系列规则对数据进行分类的过程。

B.2 决策树构造可以分两步进行。第一步,决策树的生成:由训练样本集生成决策树的过程。一般情况下,训练样本数据集是根据实际需要有历史的、有一定综合程度的,用于数据分析处理的数据集。第二步,决策树的剪枝:决策树的剪枝是对上一阶段生成的决策树进行检验、校正和修下的过程,主要是用新的样本数据集(称为测试数据集)中的数据校验决策树生成过程中产生的初步规则,将那些影响预衡准确性的分枝剪除。

B.3 利用卫星遥感图像中农田、水体、人工建筑的 NDVI 差异,使用决策树法,可区分图像中的农田、水体、人工建筑像元信息。

附 录 C
(资料性附录)
农田过火区判识阈值

由于各种农作物的光谱特性差异,对不同类型农作物的过火区判识需要使用相应的阈值。对黄淮地区的冬小麦过火区判识,可参考阈值见表 C.1。

表 C.1 黄淮地区冬小麦过火区判识阈值参数表

卫星	判识参数	参考阈值	阈值范围
FY-3/MERSI	T_{farth}	300 K	298~302
	R_{Nirth}	0.17	0.16~0.18
	$NDVI_{\text{th}}$	0.05	0.04~0.06
EOS/MODIS	T_{farth}	304 K	302~306
	R_{Nirth}	0.15	0.14~0.16
	$NDVI_{\text{th}}$	0.045	0.035~0.055

附录 D
(资料性附录)
过火程度公式计算方法

过火程度计算根据混合像元分解原理计算得到,假设每个像元由农田(纯未过火农田)、水体和人工建筑组成,则背景混合像元近红外通道反射率 R_{NIR_m} 可表示为:

$$R_{NIR_m} = P_c \times R_{NIR_c} + P_w \times R_{NIR_w} + P_n \times R_{NIR_n} \quad \dots\dots\dots (D. 1)$$

且

$$P_c + P_w + P_n = 1 \quad \dots\dots\dots (D. 2)$$

式中:

- R_{NIR_m} —— 过火前的近红外通道反射率;
- R_{NIR_c} —— 过火前的纯农田像元近红外通道反射率;
- P_w —— 水体面积比例;
- R_{NIR_w} —— 近红外通道水体反射率;
- P_n —— 人工建筑面积比例;
- R_{NIR_n} —— 近红外通道人工建筑反射率。

同理,对于过火后的该像元,过火后的混合像元反射率 R_{mf} 可表示为:

$$R_{mf} = (P_{cf} \times R_{NIR_{cf}} + P_{cn} \times R_{NIR_{cn}}) + P_w \times R_{NIR_w} + P_n \times R_{NIR_n} \quad \dots\dots\dots (D. 3)$$

且

$$P_{cn} + P_{cf} = P_c \quad \dots\dots\dots (D. 4)$$

式中:

- $R_{NIR_{mf}}$ —— 过火后的近红外通道反射率;
- $R_{NIR_{cf}}$ —— 完全过火的纯农田像元近红外通道反射率;
- P_{cn} —— 未过火农田面积比例;
- $R_{NIR_{cn}}$ —— 未过火农田近红外通道反射率。

假设过火前后该像元内的水体和人工建筑面积比例没有变化,卫星获取的过火前后两景影像间隔时间较短,植被自然变化引起的反射率不发生变化,将公式(D. 2)和公式(D. 4)代入公式(D. 3)中,并与公式(D. 1)相减,可得到公式(D. 5):

$$R_{NIR_m} - R_{NIR_{mf}} = R_{NIR_c} \times P_c - R_{NIR_{cf}} \times P_{cf} - R_{NIR_c} \times (P_c - P_{cf}) \quad \dots\dots\dots (D. 5)$$

经整理,公式(D. 5)可转换为:

$$P_{cf} = (R_{NIR_m} - R_{NIR_{mf}}) / (R_{NIR_c} - R_{NIR_{cf}}) \quad \dots\dots\dots (D. 6)$$

附录 E

(资料性附录)

等经纬度投影像元面积计算公式

$$Long = Res_{Long} \times \left[\frac{2\pi ac}{360} \sqrt{\frac{1}{c^2 + a^2 \times \tan^2 \varphi}} \right] \dots\dots\dots(E. 1)$$

$$Lat = Res_{Lat} \times d \dots\dots\dots(E. 2)$$

像元面积为：

$$S_{I,J} = Long \times Lat \dots\dots\dots(E. 3)$$

式中：

Long ——经度方向的长度,单位为千米(km)；

Res_{Long} ——图像分辨率,单位为度(°)；

a ——6378.164,单位为千米(km)；

c ——6356.779,单位为千米(km)；

φ ——像元所在纬度,单位为弧度；

Lat ——纬度方向的长度,单位为千米(km)；

Res_{Lat} ——图像分辨率,单位为度(°)；

d ——111.13,单位为千米每度(km/(°))；

S_{I,J} ——单个像元面积。

参 考 文 献

- [1] QX/T 158—2012 气象卫星数据分级
 - [2] 许健民,张文建,杨军,等. 风云二号卫星业务产品与卫星数据格式实用手册[M]. 北京:气象出版社,2008
 - [3] 杨军,董超华,等. 新一代风云极轨气象卫星业务产品及应用[M]. 北京:科学出版社,2011
-

中华人民共和国
气象行业标准
卫星遥感秸秆焚烧过火区面积估算技术导则
QX/T 454—2018

*

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
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.5 字数:45千字
2019年2月第一版 2019年2月第一次印刷

*

书号:135029-6020 定价:22.00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