



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 344.4—2021

---

## 卫星遥感火情监测方法 第4部分：过火区面积估算

The method of fire monitoring by satellite remote sensing  
—Part 4: Burned area estimating

2021-10-14 发布

2022-01-01 实施

---

中 国 气 象 局 发 布



## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	1
5 数据准备 .....	2
6 过火区判识方法 .....	3
7 过火区面积估算方法 .....	4
8 过火区面积估算流程 .....	4
附录 A(资料性) 过火区面积估算主要卫星遥感仪器通道参数 .....	6
附录 B(资料性) 过火区监测图制作方法 .....	9



## 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。

本文件是 QX/T 344《卫星遥感火情监测方法》的第4部分。QX/T 344 已经发布了以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：火点判识；
- 第3部分：火点强度估算。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件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。

本文件起草单位：国家卫星气象中心。

本文件主要起草人：郑伟、陈洁、单天婵、闫华、刘诚。



## 引 言

为保证卫星遥感火情监测业务产品质量,便于遥感应用部门在森林草原防火服务中对卫星遥感火情监测信息的充分应用和会商交流,有必要建立卫星遥感火情监测数据处理方法、监测信息内容、产品形式及格式的统一规范和标准,以提高气象系统和有关行业遥感部门对卫星遥感火情监测技术的服务水平和应用效益。《卫星遥感火情监测方法》拟由 6 个部分构成:

- 第 1 部分:总则;
- 第 2 部分:火点判识;
- 第 3 部分:火点强度估算;
- 第 4 部分:过火区面积估算;
- 第 5 部分:火点时空分布统计;
- 第 6 部分:火情监测产品。

过火区是森林草原火灾最基本的描述因子,同时是森林草原火灾评估的最重要因子。过火区能反映森林草原植被受火灾影响及其损失信息,评价火灾对生态环境的影响。通过制定卫星遥感过火区面积估算行业标准,规范处理方法,有利于气象行业利用卫星遥感技术更加科学、客观地提供森林草原火灾过火区信息。





## 卫星遥感火情监测方法 第4部分:过火区面积估算

### 1 范围

本文件规定了卫星遥感森林草原火灾过火区面积估算的数据准备要求,描述了过火区判识方法、过火区面积估算方法,给出了估算流程等内容。

本文件适用于卫星遥感森林草原火灾过火区面积估算的处理分析。

### 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。

QX/T 344.1—2016 卫星遥感火情监测方法 第1部分:总则

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**过火区** **burned area**

发生过火情的区域。

[来源:QX/T 344.1—2016,2.4,有修改]

#### 3.2

**归一化植被指数** **normalized different vegetation index:NDVI**

近红外通道与可见光红光通道反射率之差和二者之和的比值。

#### 3.3

**植被覆盖度** **fraction of vegetation**

植被(包括叶、茎、枝)在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比。

注:以百分率表示(%)。遥感实际计算时为植被面积与像元面积之比。

#### 3.4

**亚像元** **sub pixel**

目标物占像元的部分面积。

[来源:QX/T 344.1—2016,2.4]

#### 3.5

**土地覆盖** **land cover**

地球表面具有的自然和人为影响所形成的覆盖物。

### 4 符号

下列符号适用于本文件。

$C_G$ :高空间分辨率卫星像元的植被覆盖度。

$C_{G_j}$ :低空间分辨率卫星像元覆盖范围内的第  $j$  个高空间分辨率卫星像元的植被覆盖度。

$C_i$ :第  $i$  个像元的植被覆盖度。

$m$ :低空间分辨率卫星单个像元中含有的高空间分辨率卫星像元个数。

$n$ :过火像元个数。

$N_{NDVI}$ :卫星像元的 NDVI 值。

$N_{NDVI\_After}$ :火灾后卫星像元的 NDVI 值。

$N_{NDVI\_BA\_th}$ :基于两时相图像判识过火区的 NDVI 阈值。

$N_{NDVI\_Before}$ :火灾前卫星像元的 NDVI 值。

$N_{NDVI\_GMix}$ :高空间分辨率卫星像元 NDVI 值。

$N_{NDVI\_GS}$ :仅包含裸地的高空间分辨率卫星像元的 NDVI 值。

$N_{NDVI\_GV}$ :仅包含植被的高空间分辨率卫星像元的 NDVI 值。

$N_{NDVI\_Mix}$ :卫星混合像元的 NDVI 值。

$N_{NDVI\_S}$ :仅包含裸地的卫星像元的 NDVI 值。

$N_{NDVI\_th}$ :过火区像元判识的 NDVI 阈值。

$N_{NDVI\_V}$ :仅包含植被的卫星像元的 NDVI 值。

$S$ :过火区面积。

$S_i$ :第  $i$  个像元面积。

$S_p$ :基于像元尺度的过火区面积。

$S_s$ :基于亚像元尺度的过火区面积。

$R_{Nir}$ :近红外通道反射率。

$R_{Nir\_th}$ :近红外通道过火区判识的反射率阈值。

$R_{Red}$ :可见光红光通道反射率。

## 5 数据准备

### 5.1 数据源

数据应源自携带有可见光的绿、红光通道和近红外通道等探测仪器的遥感卫星,其中:

——绿光通道范围为  $0.5 \mu\text{m} \sim 0.6 \mu\text{m}$ ,

——红光通道范围为  $0.6 \mu\text{m} \sim 0.7 \mu\text{m}$ ,

——近红外通道范围为  $0.7 \mu\text{m} \sim 1.1 \mu\text{m}$ 。

常用于过火区面积估算的主要卫星遥感仪器通道参数见附录 A 的表 A.1—表 A.15。

### 5.2 辅助数据

过火区判识应具备下列辅助数据。

a) 卫星遥感或地面监测森林草原火灾位置数据:用于确定过火区的位置。

b) 过火区土地覆盖数据:用于判断火灾发生区域土地覆盖类型以及地表水体空间分布范围。土地覆盖数据空间分辨率需与卫星遥感数据空间分辨率保持一致。

### 5.3 数据处理

卫星数据预处理基本要求应按照 QX/T 344.1—2016 的 4.1.1。对预处理后的数据进行如下处理:

- a) 局域图生成,具体要求应按照 QX/T 344.1—2016 的 4.1.2;
- b) 图像定位,具体要求应按照 QX/T 344.1—2016 的 4.1.3;
- c) 过火区监测图制作,具体方法见附录 B;
- d) 地表水体像元标识,基于土地覆盖数据确定土地覆盖类型为地表水体的像元。

## 6 过火区判识方法

### 6.1 选择过火区监测范围

参考过火区监测图,针对感兴趣区或指定经纬度区间,选择图像中的过火区监测范围。

### 6.2 单时次过火区判识方法

#### 6.2.1 单通道判识阈值法

当近红外通道满足公式(1)条件,判识为过火区像元:

$$R_{\text{Nir}} < R_{\text{Nir\_th}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$R_{\text{Nir\_th}}$  参考值为 10%。

单通道判识阈值法适用于晴空条件下使用。

#### 6.2.2 NDVI 判识阈值法

当 NDVI 满足公式(2)条件,判识为过火区像元:

$$R_{\text{NDVI}} < R_{\text{NDVI\_th}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$N_{\text{NDVI}}$  按照公式(3)计算。 $N_{\text{NDVI\_th}}$  参考值为 0。

$$N_{\text{NDVI}} = (R_{\text{Nir}} - R_{\text{Red}}) / (R_{\text{Nir}} + R_{\text{Red}}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$R_{\text{Nir}}, R_{\text{Red}}$  以百分率表示(%)。

NDVI 判识阈值法适用于晴空,或者有薄云、烟和雾影响条件下使用。

### 6.3 火灾发生前后两时相图像过火区判识方法

火灾发生前后图像 NDVI 满足以下条件,判识为过火区像元:

$$N_{\text{NDVI\_Before}} - N_{\text{NDVI\_After}} > N_{\text{NDVI\_BA\_th}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$N_{\text{NDVI\_BA\_th}}$  可利用距离过火区 10 个像元以内、至少  $3 \times 3$  个与过火区具有相同土地覆盖类型的像元,计算火灾发生前后两时相 NDVI 差值的平均值作为参考阈值,阈值初值为 0.05。火灾发生前的图像应选择火灾发生前 10 天内的图像。

### 6.4 人机交互过火区判识信息检验和修正

#### 6.4.1 人工检验过火区判识效果

将过火区判识信息在过火区监测图上叠加,人工检查过火区判识效果。

#### 6.4.2 人机交互修正过火区判识

若过火区判识信息有误判或漏判情况,通过修改判识阈值,修正判识错误。

## 7 过火区面积估算方法

### 7.1 基于像元尺度的过火区面积估算方法

没有获得火灾发生前的卫星遥感植被覆盖度数据的情况下,  $S_p$  按照公式(5)估算:

$$S_p = \sum_{i=1}^n S_i \dots\dots\dots(5)$$

该方法没有考虑像元内的植被覆盖度信息。对于公里级、百米级的低空间分辨率数据,估算结果一般表示过火区影响范围面积;对于十米级、米级和亚米级的高空间分辨率数据,估算结果接近实际过火区面积。

### 7.2 基于亚像元尺度的过火区面积估算方法

#### 7.2.1 利用过火前后时相数据估算

在可以获得火灾发生前的卫星遥感植被覆盖度数据的情况下,过火区面积  $S_s$  按照公式(6)估算:

$$S_s = \sum_{i=1}^n S_i \times C_i \dots\dots\dots(6)$$

其中,  $C_i$  按照公式(7)计算:

$$C_i = (N_{NDVI_{Mix}} - N_{NDVI_S}) / (N_{NDVI_V} - N_{NDVI_S}) \dots\dots\dots(7)$$

$N_{NDVI_S}$  参考值为 0。  $N_{NDVI_V}$  参考值为 0.9。

#### 7.2.2 利用多源卫星数据估算

当未获得过火后的高空间分辨率过火区数据时,可利用过火前的高空间分辨率数据计算低空间分辨率过火区像元的植被覆盖度  $C_{iG}$ ,再将替换公式(6)中的  $C_i$  估算过火区面积。

$C_{iG}$ 按照公式(8)计算:

$$C_{iG} = (\sum_{j=1}^m C_{Gj}) / m \dots\dots\dots(8)$$

其中,  $C_{Gj}$  通过公式(9)的方法估算:

$$C_{Gj} = (N_{NDVI_{GMix}} - N_{NDVI_{GS}}) / (N_{NDVI_{GV}} - N_{NDVI_{GS}}) \dots\dots\dots(9)$$

$N_{NDVI_{GS}}$  参考值为 0。  $N_{NDVI_{GV}}$  参考值为 0.9。

## 8 过火区面积估算流程

过火区面积估算主要包括过火区判识和过火区面积估算两个步骤。根据森林草原火灾发生前后卫星遥感数据源的获取情况,采用不同的方法进行过火区判识和过火区面积估算。过火区面积估算应按照图 1 给出的流程进行处理。其中:

- a) 数据处理:完成卫星数据预处理后,进行局域图生成、图像定位、过火区监测图制作和地表水体像元标识。
- b) 选择过火区范围:针对感兴趣区或给定经纬度区间选择过火区监测范围。
- c) 过火区判识:
  - 1) 当仅获得过火后时相数据时,使用 6.2 单时次过火区判识方法中的公式(1)或公式(2)判识过火区,宜使用公式(2)。
  - 2) 当获得过火前后两个时相数据时,使用 6.3 的公式(4)判识过火区。
- d) 人机交互过火区判识信息验证和修正:
  - 1) 人工检验过火区判识效果,

- 2) 人机交互修正过火区判识。
- e) 当仅获得火灾发生后的高分辨率卫星数据,或仅获得火灾发生后的低分辨率卫星数据时,使用 7.1 中的公式(5)进行基于像元尺度的过火区面积估算。
  - f) 当仅获得火灾发生后的高分辨率卫星数据,同时仅获得火灾发生前的低分辨率卫星数据时,基于火灾发生后的高分辨率卫星数据使用 7.1 中的公式(5)进行基于像元尺度的过火区面积估算。
  - g) 当获得火灾发生前后两个时相高分辨率卫星数据,或仅获得火灾发生前后两个时相低分辨率卫星数据时,使用 7.2 中的公式(6)和公式(7)进行基于亚像元尺度的过火区面积估算。
  - h) 当仅获得火灾发生前的高分数据和火灾发生后的低分辨率数据时,使用 7.2 中的公式(6)、公式(8)和公式(9)进行基于亚像元尺度的过火区面积估算。

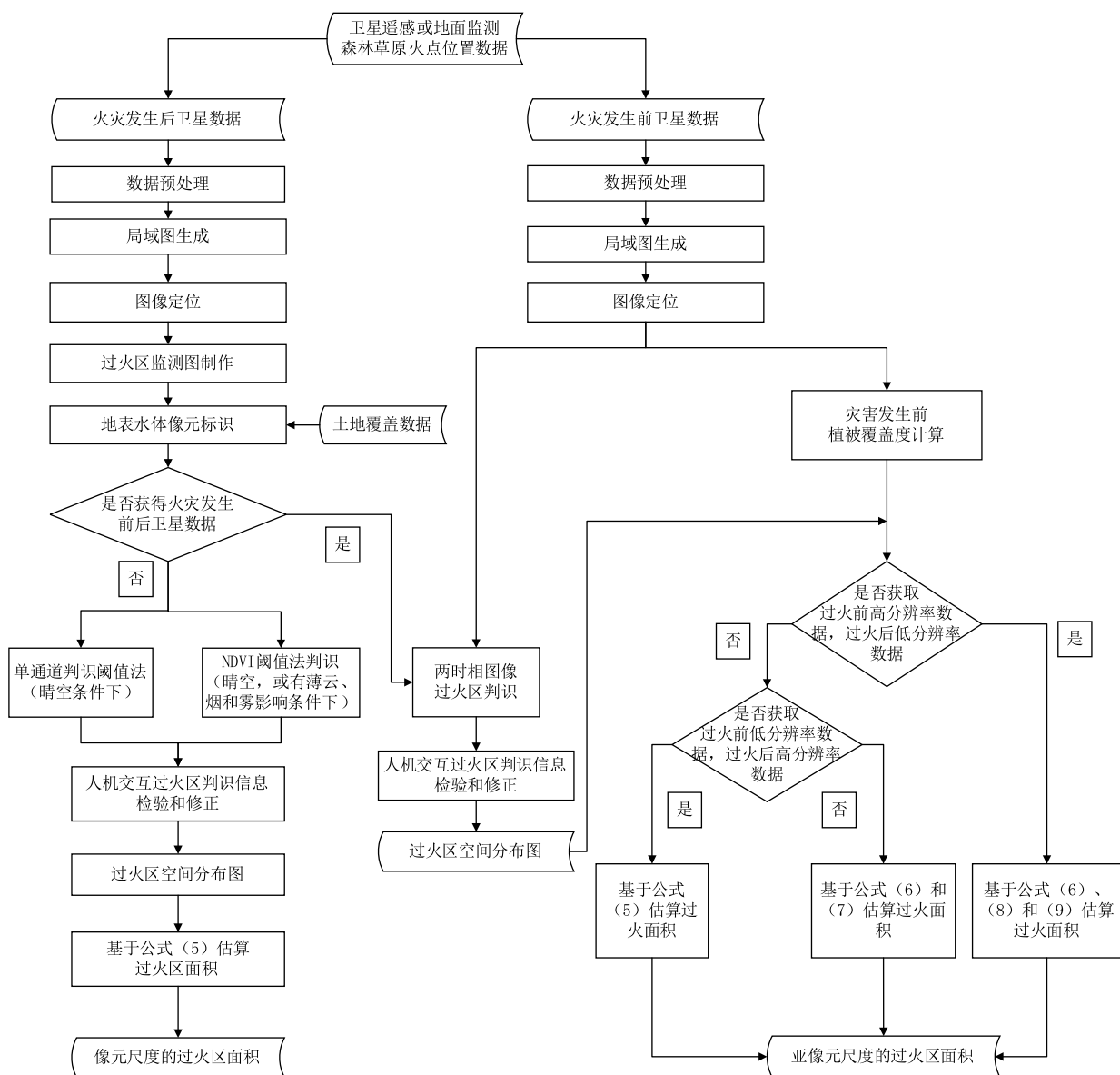


图 1 过火区面积估算流程图

附录 A

(资料性)

过火区面积估算主要卫星遥感仪器通道参数

表 A.1 风云三号气象卫星/中分辨率光谱成像仪通道 3、4 参数

通道	中心波长 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
3	0.650	250
4	0.865	250

表 A.2 风云三号气象卫星/中分辨率光谱成像仪 II 通道 3、4 参数

通道	中心波长 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
3	0.650	250
4	0.865	250

表 A.3 风云四号气象卫星 A 星多通道扫描成像辐射计通道 2、3 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
2	0.550~0.750	500
3	0.750~0.900	1000

表 A.4 高分一号卫星多光谱相机通道 3、4 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
3	0.630~0.690	16
4	0.770~0.890	16

表 A.5 高分一号卫星全色多光谱相机通道 4、5 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
4	0.630~0.690	8
5	0.770~0.890	8

表 A.6 高分二号卫星全色多光谱相机通道 4、5 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
4	0.630~0.690	4
5	0.770~0.890	4

表 A.7 高分四号卫星凝视相机通道 4、5 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
4	0.630~0.690	50
5	0.760~0.900	50

表 A.8 高分六号卫星多光谱相机通道 3、4 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
3	0.630~0.690	16
4	0.770~0.890	16

表 A.9 高分六号卫星全色多光谱相机通道 4、5 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
4	0.630~0.690	8
5	0.770~0.890	8

表 A.10 环境减灾卫星 A、B/电荷耦合器件图像传感器通道 3、4 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
3	0.630~0.690	30
4	0.770~0.900	30

表 A.11 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪通道 1、2 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
1	0.620~0.670	250
2	0.841~0.876	250

表 A.12 NPP 卫星可见光红外成像辐射仪通道 M5、M7 参数

通道	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
M5	0.660~0.680	750
M7	0.850~0.890	750

表 A.13 葵花 8 号卫星多通道扫描成像辐射计通道 3、4 参数

通道	中心波长 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
3	0.640	500
4	0.860	1000

表 A.14 Landsat-8 卫星陆地成像仪通道 4、5 参数

通道数	波长范围 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
4	0.640~0.670	30
5	0.850~0.880	30

表 A.15 Sentinel-2 卫星多光谱成像仪通道 4、8 参数

通道数	中心波长 $\mu\text{m}$	星下点空间分辨率 m
4	0.665	10
8	0.842	10



**附 录 B**  
(资料性)  
过火区监测图制作方法

**B.1 过火区监测多通道合成图像制作**

**B.1.1 多通道合成图像增强公式**

**B.1.1.1 可见光红光通道增强**

当  $R_{Red} \leq R_{Red\_Mid}$  时:

$$I_{Red} = I_{Red\_Mid} \times (R_{Red}/R_{Red\_Mid}) \dots\dots\dots(B.1)$$

当  $R_{Red} > R_{Red\_Mid}$  时:

$$I_{Red} = I_{Red\_Mid} + (255 - I_{Red\_Mid}) \times (R_{Red} - R_{Red\_Mid}) / (1 - R_{Red\_Mid}) \dots\dots\dots(B.2)$$

式中:

- $I_{Red}$  ——可见光红光通道图像增强后的灰度值;
  - $I_{Red\_Mid}$  ——可见光红光通道图像分段增强中间点灰度值,参考值为 120;
  - $R_{Red\_Mid}$  ——可见光红光通道图像增强中间点反射率,参考值为 0.15;
- 注:可见光红光通道波长范围:0.63  $\mu\text{m}$  ~ 0.69  $\mu\text{m}$ 。

**B.1.1.2 近红外通道增强**

当  $R_{Nir} \leq R_{Nir\_Mid}$  时:

$$I_{Nir} = I_{Nir\_Mid} \times (R_{Nir}/R_{Nir\_Mid}) \dots\dots\dots(B.3)$$

当  $R_{Nir} > R_{Nir\_Mid}$  时:

$$I_{Nir} = I_{Nir\_Mid} + (255 - I_{Nir\_Mid}) \times (R_{Nir} - R_{Nir\_Mid}) / (1 - R_{Nir\_Mid}) \dots\dots\dots(B.4)$$

式中:

- $I_{Nir}$  ——近红外通道图像增强后的灰度值;
  - $I_{Nir\_Mid}$  ——近红外通道图像分段增强中间点灰度值,参考值为 120;
  - $R_{Nir\_Mid}$  ——近红外通道图像增强中间点反射率,参考值为 0.25;
- 注:近红外通道波长范围:0.77  $\mu\text{m}$  ~ 0.89  $\mu\text{m}$ 。

**B.1.1.3 可见光绿光通道增强**

当  $R_{Green} \leq R_{Green\_Mid}$  时:

$$I_{Green} = I_{Green\_Mid} \times (R_{Green}/R_{Green\_Mid}) \dots\dots\dots(B.5)$$

当  $R_{Green} > R_{Green\_Mid}$  时:

$$I_{Green} = I_{Green\_Mid} + (255 - I_{Green\_Mid}) \times (R_{Green} - R_{Green\_Mid}) / (1 - R_{Green\_Mid}) \dots\dots\dots(B.6)$$

式中:

- $I_{Green}$  ——可见光绿光通道图像增强后的灰度值;
  - $I_{Green\_Mid}$  ——可见光绿光通道图像分段增强中间点灰度值,参考值为 120;
  - $R_{Green\_Mid}$  ——可见光绿光通道图像增强中间点反射率,参考值为 0.15;
- 注:可见光绿光通道波长范围:0.52  $\mu\text{m}$  ~ 0.59  $\mu\text{m}$ 。

### B.1.2 多通道合成

通道合成方式:分别赋予可见光红光、近红外、可见光绿光通道红、绿、蓝色,进行 RGB 通道合成。

### B.1.3 图像显示效果

按照下列规定显示:

- a) 暗灰色:过火区;
- b) 绿色:未过火植被区;
- c) 白色或青灰色:云或烟雾;
- d) 暗紫色或黑色:水体。

## B.2 近红外通道增强图制作

### B.2.1 近红外通道增强公式

当  $R_{Nir} \leq R_{Nir\_Mid}$  时:

$$I_{Red} = I_{Red\_Mid} \times (R_{Red}/R_{Red\_Mid}) \dots\dots\dots (B.7)$$

当  $R_{Nir} > R_{Nir\_Mid}$  时:

$$I_{Nir} = I_{Nir\_Mid} + (255 - I_{Nir\_Mid}) \times (R_{Nir} - R_{Nir\_Mid}) / (1 - R_{Nir\_Mid}) \dots\dots\dots (B.8)$$

### B.2.2 增强图显示效果

按照下列规定显示:

- a) 暗灰色或黑色:过火区;
  - b) 灰白色:未过火区;
  - c) 白色:云或烟雾;
  - d) 黑色:水体。
-



中华人民共和国  
气象行业标准  
卫星遥感火情监测方法 第4部分:过火区面积估算  
QX/T 344.4—2021

\*

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  
北京建宏印刷有限公司印刷

\*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字  
2021年11月第1版 2021年11月第1次印刷

\*

书号:135029-6264 定价:30.00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