

ICS 07. 060

A 47

备案号：39832—2013



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 188—2013

## 卫星遥感植被监测技术导则

Technical guides on satellite remote sensing of vegetation monitoring

2013-01-04 发布

2013-05-01 实施

中国气象局 发布

中华人民共和国  
气象行业标准  
卫星遥感植被监测技术导则  
QX/T 188—2013

\*

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.cmp.cma.gov.cn>  
发行部:010-68409198  
北京中新伟业印刷有限公司印刷  
各地新华书店经销

\*

开本:880×1230 1/16 印张:1.5 字数:45千字  
2013年5月第一版 2013年5月第一次印刷

\*

书号:135029-5569 定价:12.00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

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 术语和定义 .....	1
3 符号 .....	1
4 要求 .....	2
5 数据处理流程 .....	2
6 植被指数计算 .....	2
7 云检测和水体判识 .....	3
8 植被指数合成方法 .....	3
9 植被指数时间序列平滑方法 .....	3
10 植被监测方法 .....	4
11 监测结果分析 .....	4
附录 A(资料性附录) FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数 .....	5
附录 B(资料性附录) FY-3(01 批)极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数 .....	6
附录 C(资料性附录) FY-3(01 批)极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数 .....	7
附录 D(资料性附录) NOAA 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(AVHRR)通道参数 .....	8
附录 E(资料性附录) EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数 .....	9
附录 F(资料性附录) SPOT5/VGT 的基本参数 .....	11
附录 G(资料性附录) EOS/MODIS 植被指数合成方法 .....	12
附录 H(资料性附录) 基于 Savitzky-Golay 滤波的植被指数时间序列的平滑方法 .....	13
参考文献 .....	15

# 前 言

本标准按 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:张晔萍、张明伟、李亚君、刘诚。

# 引 言

植被监测对于生态环境变化和气候变化研究、农作物长势监测和估产以及干旱、冻害、洪涝、森林草原火灾等灾情评估具有重要的作用,卫星遥感尤其是气象卫星遥感具有观测范围广、时间频次高的优势,适于大范围的植被监测。

目前,卫星遥感植被监测的方法比较成熟,该业务在气象行业内部开展较为普及,但缺乏统一的技术标准。为满足决策部门和公众服务的需求,基于目前的卫星遥感植被监测业务,对植被监测的处理流程和方法进行总结,本标准将有助于推进卫星遥感植被监测应用水平,提高业务服务能力。

卫星遥感植被监测结果受天气气候、地理条件、耕作水平等多种因素的综合影响,目前难以给出适于全国范围的、具有客观代表性的分级指标,因此本标准仅给出了植被监测方法和结果等级划分原则。

# 卫星遥感植被监测技术导则

## 1 范围

本标准规定了卫星遥感植被监测处理流程和方法。

本标准适用于卫星遥感植被监测。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1

#### 可见光波段 **visible band**

星载仪器涵盖的  $0.58\ \mu\text{m}\sim 0.68\ \mu\text{m}$  的波长范围。

注：传感器在可见光波段所接收到的辐射主要是太阳辐射的反射。

### 2.2

#### 近红外波段 **near infrared band**

星载仪器涵盖的  $0.76\ \mu\text{m}\sim 1.25\ \mu\text{m}$  的波长范围。

注：传感器在近红外波段所接收到的辐射主要是太阳辐射的反射。

### 2.3

#### 植被指数 **vegetation index**

对卫星不同波段进行线性或非线性组合以反映植物生长状况的量化信息。

### 2.4

#### 植被指数合成 **vegetation composition**

按照一定的时间间隔,将多天(多时次)的植被指数,根据角度信息、质量控制信息等以指定原则进行处理。

注：植被指数合成的目的是减小云以及由太阳—目标—传感器几何角度带来的影响。

### 2.5

#### 双向反射率分布函数 **bio-directional reflectance distribution function;BRDF**

来自方向地表辐照度的微增量与其所引起的方向上反射辐射亮度增量之间的比值。

### 2.6

#### 平滑处理 **smoothing process**

为改善遥感数据质量,减少大气、云等因素的影响进行的滤波处理。

## 3 符号

下列符号适用于本文件。

$R_{\text{NIR}}$ :近红外波段反射率。

$R_{\text{NIR\_TH}}$ : $R_{\text{NIR}}$ 对应的阈值。

$R_{\text{VIS}}$ :可见光波段反射率。

$R_{\text{VIS\_TH}}$ : $R_{\text{VIS}}$ 对应的阈值。

$RD_{NV}$ : 近红外波段与可见光波段反射率的差值。

$RD_{NV\_TH}$ :  $RD_{NV}$  对应的阈值。

$RR_{NV}$ : 近红外波段与可见光波段反射率的比值。

$RR_{NV\_MAX}$ :  $RR_{NV}$  对应的上限阈值。

$RR_{NV\_MIN}$ :  $RR_{NV}$  对应的下限阈值。

$T_{TIR}$ : 热红外波段(10.3  $\mu\text{m}$ ~11.3  $\mu\text{m}$ )的等效黑体辐射亮温,该波段的中心波长在 11  $\mu\text{m}$  附近。

$T_{TIR\_TH}$ :  $T_{TIR}$  对应的阈值。

## 4 要求

### 4.1 监测数据源

植被监测数据应源自携带有可见光和红外波段探测仪器的卫星(包括 FY-1 C/D/MVISR、FY-3(01 批)/VIRR、FY-3(01 批)/MERSI、NOAA/AVHRR、EOS/MODIS、SPOT5/VGT 等),以上卫星搭载的探测仪器的性能参数参见附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F。

### 4.2 前期数据处理

进行植被监测前,卫星轨道数据应经过以下处理:

- a) 定标和定位预处理;
- b) 对预处理后的数据进行地图投影变换;
- c) 检查局域投影图像的定位精度,如定位不准,应进行几何校正,且误差应在 1 个像元内。

## 5 数据处理流程

对卫星数据完成前期处理后,按以下处理流程进行卫星遥感植被监测:

- a) 对单时次(日)投影数据计算归一化差植被指数,使用多通道阈值法判识云盖、水体,给出相应的标识,计算植被指数;
- b) 以给定的时间周期(周/旬/月)进行植被指数合成;
- c) 对合成后的植被指数时间序列进行平滑处理;
- d) 选择合适的植被监测方法,对同时期的植被指数进行对比,提取植被变化信息;
- e) 根据植被监测结果,确定植被长势等级。

## 6 植被指数计算

植被指数宜采用归一化差植被指数(NDVI)。NDVI 计算公式为:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{VIS}}{R_{NIR} + R_{VIS}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

NDVI——归一化差植被指数。

## 7 云检测和水体判识

### 7.1 通则

进行植被指数合成前,应对单时次植被指数进行云检测和水体判识,标识云区和水体像元。可采用下列多通道阈值法进行判识,也可选择采用其他成熟的云检测和水体判识方法。

由于地理位置和卫星过境时间等因素的影响,云检测和水体判识的阈值在空间和季节分布上存在差异,应用中应根据实际情况进行调整。

### 7.2 云检测判识条件

$$R_{\text{VIS}} \geq R_{\text{VIS\_TH}}, \text{ 且 } RR_{\text{NV\_MIN}} \leq RR_{\text{NV}} \leq RR_{\text{NV\_MAX}}, \text{ 且 } T_{\text{TIR}} \leq T_{\text{TIR\_TH}}$$

式中:

$R_{\text{VIS\_TH}}$  ——参考阈值为 35%;

$RR_{\text{NV\_MIN}}$  ——参考阈值为 0.9;

$RR_{\text{NV\_MAX}}$  ——参考阈值为 1.1;

$T_{\text{TIR\_TH}}$  ——参考阈值为 273 K。

### 7.3 水体判识条件

$$R_{\text{VIS}} \leq R_{\text{VIS\_TH}}, \text{ 且 } R_{\text{NIR}} \leq R_{\text{NIR\_TH}}, \text{ 且 } RD_{\text{NV}} \leq D_{\text{NV\_TH}}$$

式中:

$R_{\text{VIS\_TH}}$  ——参考阈值为 15%;

$R_{\text{NIR\_TH}}$  ——参考阈值为 10%;

$RD_{\text{NV\_TH}}$  ——参考阈值为 0。

## 8 植被指数合成方法

对于未经过大气校正的数据,宜采用最大值合成法,即在给定的观测时间间隔内(如周/旬/月),选取其中的最大值作为该像元多时次合成后的值。表达式如下:

$$NDVI_k = \max(NDVI_{k,1}, NDVI_{k,2}, \dots, NDVI_{k,n}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$NDVI_k$  ——第  $k$  个像元合成后的归一化差植被指数;

$NDVI_{k,n}$  ——第  $k$  个像元第  $n$  个时次的归一化差植被指数。

对于 MODIS 数据,如能获得到经过大气校正的可见光和近红外反射率,宜使用 EOS/MODIS 植被指数合成方法(参见附录 G)进行植被指数合成。

## 9 植被指数时间序列平滑方法

为改善植被指数合成数据中由于云干扰等引起的异常值,宜采用 Savitzky-Golay 滤波的数据平滑方法(参见附录 H)。



## 10 植被监测方法

### 10.1 距平法

将当前周/旬/月归一化差植被指数与多年同期平均值进行计算。

$$NDVI_a = (NDVI_1 - \overline{NDVI}) / \overline{NDVI} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- $NDVI_a$  ——归一化差植被指数距平百分率；
- $NDVI_1$  ——当前周/旬/月归一化差植被指数；
- $\overline{NDVI}$  ——多年同期归一化差植被指数平均值。

### 10.2 条件植被指数法

将当年周/旬/月归一化差植被指数与多年同期极值进行计算。

$$VCI = (NDVI_1 - NDVI_{\min}) / (NDVI_{\max} - NDVI_{\min}) \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- $VCI$  ——条件植被指数；
- $NDVI_{\min}$  ——多年同期归一化差植被指数的最小值；
- $NDVI_{\max}$  ——多年同期归一化差植被指数的最大值。

### 10.3 差值法

将当年周/旬/月归一化差植被指数与指定年份的周/旬/月归一化差植被指数进行差值计算。

$$\Delta NDVI = NDVI_1 - NDVI_2 \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- $\Delta NDVI$  ——归一化差植被指数的差值；
- $NDVI_2$  ——指定年份的周/旬/月归一化差植被指数。

### 10.4 比值法

将当年周/旬/月归一化差植被指数与指定年份的周/旬/月归一化差植被指数进行比值计算。

$$RNDVI = NDVI_1 / NDVI_2 \dots\dots\dots(6)$$

式中：

- $RNDVI$  ——归一化差植被指数的比值。

### 10.5 方法选用

实际应用中,可根据历史数据获取情况选用适当的监测方法;历史数据积累较少时宜采用差值法或比值法;积累较多时宜采用距平法或条件植被指数法。

## 11 监测结果分析

用上述监测指标可采用5级评价植被状况,代表当前植被状况与指定时段或历史同期相比为好、较好、持平、较差、差。等级划分原则应结合监测区域的天气气候、地理条件、植被类型、生态条件等要素确定。

附 录 A  
(资料性附录)

FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数

表 A.1 给出了 FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数。

表 A.1 FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数

通道	波长 $\mu\text{m}$	波段	星下点分辨率 m
1	0.58~0.68	可见光(Visible)	1100
2	0.84~0.89	近红外(Near infrared)	1100
3	3.55~3.95	中波红外(Middle infrared)	1100
4	10.3~11.3	远红外(Far infrared)	1100
5	11.5~12.5	远红外(Far infrared)	1100
6	1.58~1.64	短波红外(Short infrared)	1100
7	0.43~0.48	可见光(Visible)	1100
8	0.48~0.53	可见光(Visible)	1100
9	0.53~0.58	可见光(Visible)	1100
10	0.9~0.985	近红外(Near infrared)	1100

**附 录 B**  
(资料性附录)

**FY-3(01 批)极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数**

表 B.1 给出了 FY-3(01 批)极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数。

**表 B.1 FY-3(01 批)极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数**

通道	波长 $\mu\text{m}$	波段	星下点分辨率 m
1	0.58~0.68	可见光(Visible)	1100
2	0.84~0.89	近红外(Near infrared)	1100
3	3.55~3.95	中波红外(Middle infrared)	1100
4	10.3~11.3	远红外(Far infrared)	1100
5	11.5~12.5	远红外(Far infrared)	1100
6	1.58~1.64	短波红外(Short infrared)	1100
7	0.43~0.48	可见光(Visible)	1100
8	0.48~0.53	可见光(Visible)	1100
9	0.53~0.58	可见光(Visible)	1100
10	1.325~1.395	近红外(Near infrared)	1100

附 录 C  
(资料性附录)

FY-3(01 批)极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数

表 C.1 给出了 FY-3(01 批)极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数。

表 C.1 FY-3(01 批)极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数

通道	波长 $\mu\text{m}$	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	2.615~1.665	短波红外(Short infrared)	1000
20	2.105~2.255	短波红外(Short infrared)	1000

**附 录 D**  
(资料性附录)

**NOAA 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(AVHRR)通道参数**

表 D.1 给出了 NOAA 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(AVHRR)通道参数。

**表 D.1 NOAA 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(AVHRR)通道参数**

通道	波长 $\mu\text{m}$	波段	星下点分辨率 m
1	0.58~0.68	可见光(Visible)	1100
2	0.7~1.1	近红外(Near infrared)	1100
3A	1.58~1.64	短波红外(Short infrared)	1100
3B	3.55~3.95	中波红外(Middle infrared)	1100
4	10.3~11.3	远红外(Far infrared)	1100
5	11.5~12.5	远红外(Far infrared)	1100

附 录 E  
(资料性附录)

EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数

表 E.1 给出了 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数。

表 E.1 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数

通道	波长 $\mu\text{m}$	波段	星下点分辨率 m
1	0.62~0.67	可见光(Visible)	250
2	0.841~0.876	近红外(Near infrared)	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
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	远红外(Far infrared)	1000

表 E.1 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数(续)

通道	波长 $\mu\text{m}$	波段	星下点分辨率 m
28	7.175~7.475	远红外(Far 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

附 录 F  
(资料性附录)  
SPOT5/VGT 的基本参数

表 F.1 给出了 SPOT5/VGT 的基本参数。

表 F.1 SPOT5/VGT 的基本参数

通道	波长 $\mu\text{m}$	分辨率 m
B0(BLUE)	0.43~0.47	1000
B2(VIS)	0.49~0.61	1000
B2(RED)	0.61~0.68	1000
B2(SWIR)	0.78~0.89	1000



附录 G  
(资料性附录)

EOS/MODIS 植被指数合成方法

对经过大气校正的 MODIS 数据,植被指数合成(合成时段为 16 天)具体步骤如下:

- a) 读入相关数据,包括投影后的可见光和近红外通道反射率、云检测、质量控制、太阳天顶角和方位角、卫星天顶角和方位角等;
- b) 合成时段内,当像元无云天数大于或等于 5 时,对各通道的反射率应用 BRDF 模式校正到星下点,然后计算太阳天顶角和植被指数;

BRDF 模式校正的公式为:

$$\rho_{\lambda}(\theta_v, \varphi_s, \varphi_v) = a_{\lambda}\theta_v^2 + b_{\lambda}\theta_v \cos(\theta_v - \varphi_s) + c_{\lambda} \dots \dots \dots (G. 1)$$

式中:

- $\rho_{\lambda}$  ——大气订正的反射率;
- $\theta_v$  ——卫星天顶角;
- $\varphi_s$  ——太阳方位角;
- $\varphi_v$  ——卫星方位角;
- $a_{\lambda}, b_{\lambda}, c_{\lambda}$  ——用最小二乘法拟合得到。

如果校正后的反射率小于 0 且满足以下条件,则舍去该点:

$$0.3 - NDVI_{MVC} \leq NDVI_{BRDF} \leq NDVI_{MVC} + 0.5 \dots \dots \dots (G. 2)$$

式中:

- $NDVI_{MVC}$  ——使用最大值合成方法生成的 NDVI;
- $NDVI_{BRDF}$  ——经过 BRDF 订正后生成的 NDVI。

- c) 当合成周期内像元的无云日数小于 5 大于 1 时,选择卫星天顶角最小的两个时次,计算植被指数,取二者之中的最大值;
- d) 当无云日数为 1 时,该点的植被指数自动被选中;
- e) 当无云日数为 0 时,即在合成时段内某像元均无晴空,逐日计算该像元的 NDVI,用最大值合成法确定合成后的植被指数。

附录 H  
(资料性附录)

基于 Savitzky-Golay 滤波的植被指数时间序列的平滑方法

Savitzky-Golay 滤波使用简化的最小二乘拟合卷积方法对曲线进行平滑处理,植被指数时序数据平滑的最小二乘卷积法可用公式表示如下:

$$Y'_j = \sum_{i=-m}^{i=m} C_i Y_{j+i} / (2m + 1) \dots\dots\dots (H. 1)$$

式中:

- $Y'_j$  —— 第  $j$  个 NDVI 数据的拟合值;
- $C_i$  —— 第  $i$  个 NDVI 数据的滤波系数;
- $Y_{j+i}$  —— 第  $j+i$  个 NDVI 数据的原始值;
- $i$  —— NDVI 时序数据中第  $i$  个数据;
- $j$  —— NDVI 时序数据中第  $j$  个数据;
- $m$  —— 平滑窗口大小的一半。

主要处理步骤(见图 H. 1):

a) 云区 NDVI 数据的插值:

- 1) 设 NDVI 时间序列为  $P(t_i, N_i, F_i)$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ ,  $t_i$  为时次,  $N_i$  是初始的 NDVI 值,  $F_i$  为云标识。
- 2) 利用云掩模数据,对序列中标识为云的 NDVI 进行内插。20 天内 NDVI 大于 0.5 的增长认为是误差,进行内插。如果某像元有连续两个周期均为云状态,剔除此点不参与后面的处理。插值后的 NDVI 时间序列表示为  $P^0(t_i, N_i^0)$ ,  $N_i^0$  是经过插值处理后的 NDVI 值。

b) 使用 Savitzky-Golay 滤波拟合长期趋势线

低于长期变化趋势线的数据认为是噪音。拟合的长期趋势线序列表示为  $P^{tr}(t_i, N_i^{tr})$ ,  $N_i^{tr}$  是长期趋势线中对应的 NDVI 值。

c) 定义时间序列中植被指数的真值,计算时间序列中逐点的权重  $W_i$ :

$$W_i = \begin{cases} 1 & \text{当 } N_i^0 \geq N_i^{tr} \\ 1 - \frac{|N_i^0 - N_i^{tr}|}{\max|N_i^0 - N_i^{tr}|} & \text{当 } N_i^0 < N_i^{tr} \end{cases} \dots\dots\dots (H. 2)$$

式中:

- $N_i^0$  —— 经过插值处理的时间序列 NDVI 值;
- $N_i^{tr}$  —— 拟合的长期趋势线中对应的 NDVI 值。

d) 生成新的 NDVI 时序数据:

用 NDVI 长期变化趋势线的值取代原始序列数据中的“假”值,生成新的 NDVI 时序数据  $P^1(t_i, N_i^1)$ ,通过新的时序数据拟合出的曲线会更接近原 NDVI 序列的上包络线。

$$N_i^1 = \begin{cases} N_i^0 & \text{当 } N_i^0 \geq N_i^{tr} \\ N_i^{tr} & \text{当 } N_i^0 < N_i^{tr} \end{cases} \dots\dots\dots (H. 3)$$

式中:

- $N_i^1$  —— 新的时间序列中对应的 NDVI 值。

e) 使用 Savitzky-Golay 滤波拟合新的时间序列

在  $P^1(t_i, N_i^1)$  基础上,应用 Savitzky-Golay 滤波拟合新的时间序列,得到新的 NDVI 时序数据  $P^{k+1}(t_i, N_i^{k+1})$ ,  $k=1$  时表示第一次拟合的结果,通过反复迭代最终得到趋于真值的植被指数时序数据。

f) 计算拟合效果系数

第  $k$  次拟合效果系数  $F_k$  计算公式如下:

$$F_k = \sum_{i=1}^n |N_i^{k+1} - N_i^0| \times W_i \quad \dots\dots\dots (H. 4)$$

式中:

$F_k$  ——第  $k$  次拟合的效果系数;

$N_i^{k+1}$  ——植被指数时间序列中第  $i$  个数据第  $k$  次拟合的 NDVI 值。

g) 退出循环的条件

退出循环的条件定义为:

$$F_k \leq F_{k-1} \text{ 且 } F_k \leq F_{k+1} \quad \dots\dots\dots (H. 5)$$

式中:

$F_{k-1}$  ——第  $k-1$  次拟合的效果系数;

$F_{k+1}$  ——第  $k+1$  次拟合的效果系数。

利用该系数检验 d)~e)的拟合效果,作为退出循环条件。

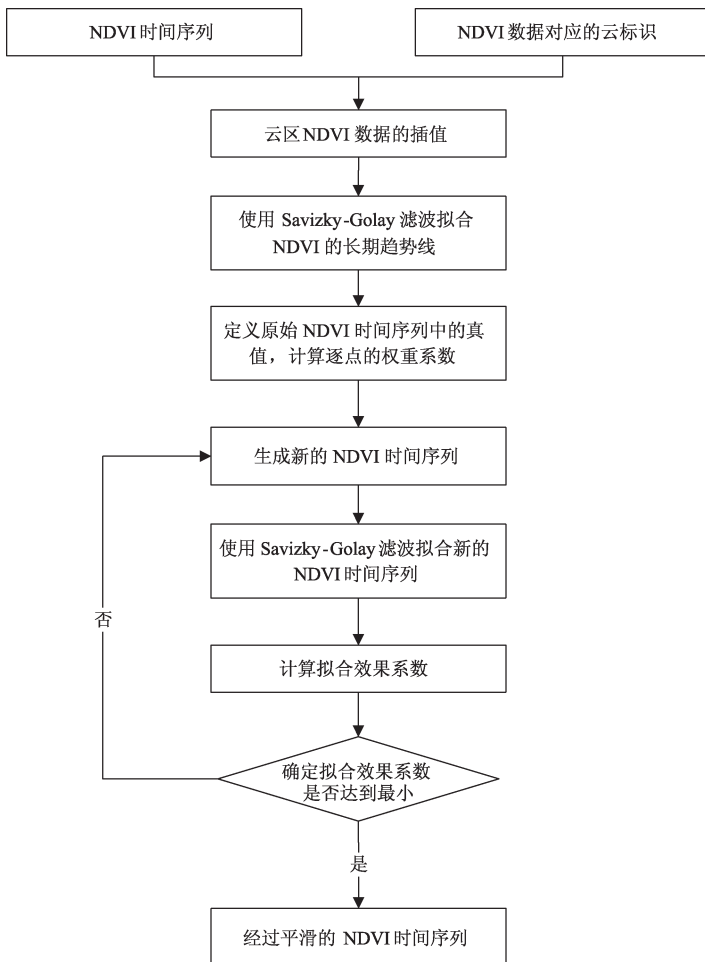


图 H.1 基于 Savitzky-Golay 滤波的植被指数时间序列的平滑方法处理流程

## 参 考 文 献

- [1] Jin Chen, Per. Jönsson *et al.* A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data. *Remote Sensing of Environment*, **91**(2004):332-344
-