



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 284—2015

甘蔗长势卫星遥感评估技术规范

Technical specifications for evaluation on sugarcane growth status
by satellite remote sensing

2015-07-21 发布

2015-12-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 数据要求	2
4 评估指标	2
5 评估方法	5
6 评估流程	5
附录 A(资料性附录) 常用星载仪器的近红外和可见光通道参数	6
附录 B(资料性附录) 利用 EOS/MODIS 对甘蔗长势进行评估示例	7
参考文献	9

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:广西壮族自治区气象减灾研究所。

本标准主要起草人:丁美花、陈燕丽、谭宗琨、张行清、莫伟华、何燕、孙明、李姜宏、李辉、周臣。

引 言

卫星遥感技术具有科学、宏观、动态、客观等优势,已经在甘蔗长势监测等方面得到广泛应用。目前,利用卫星遥感数据进行甘蔗长势监测评估缺乏统一的技术规范,难以提供准确的甘蔗长势定量监测和评估产品。为了规范甘蔗长势卫星遥感评估方法和流程,更好地利用卫星遥感为政府及有关部门和制糖企业等服务,特制定本标准。

甘蔗长势卫星遥感评估技术规范

1 范围

本标准规定了甘蔗长势卫星遥感评估的数据要求、指标、方法和流程。

本标准适用于应用卫星遥感技术对大面积、连片种植的甘蔗长势进行评估。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

甘蔗长势 sugarcane growth status

甘蔗生长的状况。

2.2

植被指数 vegetation index

对相关波段的卫星数据进行线性或非线性组合以反映植物生长状况的量化信息。

注：改写 QX/T 188—2013，定义 2.3。

2.3

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

用于植被指数计算的近红外波段和可见光波段反射率之差与这两个波段反射率之和的比值。

2.4

植被指数合成 vegetation index composition

按照一定的时间间隔将多天(多时次)的植被指数根据指定原则进行处理。

注 1：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。

注 2：改写 QX/T 188—2013，定义 2.4。

2.5

生育期 growth and development stage

从蔗芽萌发至工艺成熟期的时期。

2.6

出苗期 emergence stage

从甘蔗下种至蔗芽萌发出土的芽苗数占最后出土总蔗苗数的 10% 至 80% 的时期。

2.7

发株期 seedling stage

从宿根蔗蔸基部萌芽出土的蔗株数占最终总发株数 10% 至 80% 的时期。

2.8

分蘖期 tillering stage

新植甘蔗从幼苗基部节上的芽长出分蘖幼苗数占总分蘖苗的 10% 至分蘖停止的时期。

2.9

茎伸长期 stem elongation stage

从甘蔗长到 10 张叶片以上，基部蔗茎节间开始明显伸长，平均伸长速率达每旬 4 cm 以上开始，至

蔗茎节间伸长停止,平均伸长速率小于每旬 3 cm 的时期。

2.10

工艺成熟期 process maturity stage

甘蔗蔗茎蔗糖分达到该品种固有的较高水平,蔗茎上下部分节间锤度的比值达 0.9~1.0 的时期。

3 数据要求

3.1 数据源

卫星数据应源自携带有可见光和近红外波段探测仪器的卫星,例如 FY-3A/VIRR, FY-3A/MER-SI, NOAA/AVHRR, EOS/MODIS, HJ/CCD 等,应为经过定标、定位处理的 1 级或 2 级数据。

3.2 前期处理

在进行甘蔗植被指数计算前,应对卫星数据按下列要求进行处理:

- a) 确认所使用的定标表为最新发布的有效数据;
- b) 优先使用星下点附近数据进行地图投影变换和几何精校正;
- c) 剔除图像中的有云像元。

4 评估指标

4.1 单时次 NDVI

对单时次卫星数据计算 NDVI 的公式为:

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

式中:

- I_{NDVI} —— 某个甘蔗像元单时次的 NDVI;
- R_{nir} —— 该像元指定星载仪器中近红外波段的反射率;
- R_{vis} —— 该像元指定星载仪器中可见光波段的反射率。

注:常用星载仪器的近红外、可见光通道参数参见附录 A。

4.2 植被指数合成

在给定的观测时间间隔(如周、旬、月)内,计算某个甘蔗像元各时次的 NDVI,选取其中的最大值作为该像元多时次合成后的值,计算公式为:

$$I_{NDVI}(i) = \max(I_{NDVI}(i,1), I_{NDVI}(i,2), \dots, I_{NDVI}(i,p)) \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $I_{NDVI}(i)$ —— 第 i 个甘蔗像元合成后的 NDVI;
- i —— 区域内甘蔗像元序号;
- $I_{NDVI}(i,p)$ —— 第 i 个甘蔗像元第 P 时次的 NDVI;
- p —— 给定观测时间间隔内该像元的观测总时次。

4.3 区域 NDVI 均值

区域 NDVI 均值为区域内所有甘蔗像元合成后的 NDVI 的平均值,计算公式为:

$$\bar{I}_{NDVI} = \sum_{i=1}^m I_i / m, i \in r \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- \bar{I}_{NDVI} —— 区域 NDVI 均值；
- m —— 区域内甘蔗像元总数；
- i —— 区域内甘蔗像元序号；
- I_i —— 区域内第 i 个甘蔗像元合成后的 NDVI；
- r —— 区域代码。

4.4 生育期 NDVI 多年平均值

生育期 NDVI 多年平均值为某区域甘蔗某生育期最近 5 年~10 年 NDVI 平均值,计算公式为：

$$\bar{I}_{\text{NDVI}}(r,s) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N I_{\text{NDVI}}(r,n,s) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- $\bar{I}_{\text{NDVI}}(r,s)$ —— 区域 r 在生育期 s 的 NDVI 多年平均值；
- r —— 区域代码；
- s —— 甘蔗生育期代码；
- N —— 统计总年份,取值为 5~10；
- n —— 年份序号；
- $I_{\text{NDVI}}(r,n,s)$ —— 区域 r 在第 n 年生育期 s 的 NDVI。

4.5 生育期 NDVI 偏差

生育期 NDVI 偏差为某区域当年某生育期 NDVI 与某生育期 NDVI 多年平均值的差值,计算公式为：

$$\Delta I_{\text{NDVI}}(r,n,s) = I_{\text{NDVI}}(r,n,s) - \bar{I}_{\text{NDVI}}(r,s) \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- $\Delta I_{\text{NDVI}}(r,n,s)$ —— 区域 r 在第 n 年生育期 s 的 NDVI 偏差；
- r —— 区域代码；
- n —— 年份序号；
- s —— 甘蔗生育期代码；
- $I_{\text{NDVI}}(r,n,s)$ —— 区域 r 在第 n 年生育期 s 的 NDVI；
- $\bar{I}_{\text{NDVI}}(r,s)$ —— 区域 r 在生育期 s 的 NDVI 多年平均值。

4.6 茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数

$$T = D \times \sum_{k=1}^K f_k \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中：

- T —— 茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数,单位为天(d)；
- D —— 给定的观测时间间隔,即卫星数据合成时段长度,单位为天(d)；
- K —— 满足茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 条件的总时次数；
- k —— 卫星数据时次序号；
- f_k —— 示性函数,计算公式为：

$$f_k = \begin{cases} 1, \Delta I_{\text{NDVI}}(r,n,k) \geq 0 \\ 0, \text{其他} \end{cases} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中：

$\Delta I_{\text{NDVI}}(r, n, k)$ —— 区域 r 第 n 年甘蔗茎伸长期在卫星数据时次 k 的 NDVI 偏差。

4.7 茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数多年平均值

$$\bar{T}(r) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N T(r, n) \dots\dots\dots(8)$$

式中：

$\bar{T}(r)$ —— 区域 r 甘蔗茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数多年平均值；

r —— 区域代码；

N —— 统计总年份, 取值为 5~10；

n —— 年份序号；

$T(r, n)$ —— 区域 r 第 n 年甘蔗茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数。

4.8 茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数偏差

$$\Delta T(r, n) = T(r, n) - \bar{T}(r) \dots\dots\dots(9)$$

式中：

$\Delta T(r, n)$ —— 区域 r 在第 n 年甘蔗茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数偏差；

r —— 区域代码；

n —— 年份序号；

$T(r, n)$ —— 区域 r 在第 n 年甘蔗茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数；

$\bar{T}(r)$ —— 区域 r 甘蔗茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数多年平均值。

4.9 标准差

4.9.1 出苗期、发株期、分蘖期和工艺成熟期 NDVI 标准差

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N \Delta I_{\text{NDVI}}(r, n, s)^2} \dots\dots\dots(10)$$

式中：

σ —— 出苗期、发株期、分蘖期和工艺成熟期 NDVI 标准差；

N —— 统计总年份, 取值为 5~10；

n —— 年份序号；

$\Delta I_{\text{NDVI}}(r, n, s)$ —— 区域 r 第 n 年在生育期 s 的 NDVI 偏差。

4.9.2 茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数标准差

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N \Delta T(r, n)^2} \dots\dots\dots(11)$$

式中：

σ^* —— 茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数标准差；

N —— 统计总年份, 取值为 5~10；

n —— 年份序号；

$\Delta T(r, n)$ —— 区域 r 在第 n 年甘蔗茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数偏差。

5 评估方法

5.1 出苗期、发株期、分蘖期和工艺成熟期甘蔗长势评估

利用甘蔗出苗期、发株期、分蘖期和工艺成熟期的 NDVI 偏差与标准差综合判定甘蔗长势,将其划分为好、中等、差三个等级,判定条件如下:

- a) 若 $\Delta I_{\text{NDVI}}(r, n, s) > \sigma$, 则判断为长势好;
- b) 若 $-\sigma \leq \Delta I_{\text{NDVI}}(r, n, s) \leq \sigma$, 则判断为长势中等;
- c) 若 $\Delta I_{\text{NDVI}}(r, n, s) < -\sigma$, 则判断为长势差。

5.2 茎伸长期甘蔗长势评估

利用茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数偏差与标准差综合判定甘蔗长势,将其划分为好、中等和差三个等级,判定条件如下:

- a) 若 $\Delta T(r, n) > \sigma^*$, 则判断为长势好;
- b) 若 $-\sigma^* \leq \Delta T(r, n) \leq \sigma^*$, 则判断为长势中等;
- c) 若 $\Delta T(r, n) < -\sigma^*$, 则判断为长势差。

6 评估流程

6.1 出苗期、发株期、分蘖期、工艺成熟期甘蔗长势卫星遥感评估流程如下:

- a) 读取按照 3.2 经前期处理后的卫星数据;
- b) 按照 4.1 和 4.2 分别进行单时次 NDVI 和植被指数合成计算;
- c) 按照 4.3 生成区域 NDVI 均值数据集;
- d) 按照 4.4, 4.5, 4.9.1 分别计算出苗期、发株期、分蘖期、工艺成熟期的生育期 NDVI 多年平均值、生育期 NDVI 偏差及标准差;
- e) 按照 5.1 进行出苗期、发株期、分蘖期、工艺成熟期甘蔗长势评估。

6.2 茎伸长期甘蔗长势卫星遥感评估流程如下:

- a) 读取按照 3.2 经前期处理后的卫星数据;
- b) 按照 4.1 和 4.2 分别进行单时次 NDVI 和植被指数合成计算;
- c) 按照 4.3 生成区域 NDVI 均值数据集;
- d) 按照 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9.2 分别计算茎伸长期的生育期 NDVI 多年平均值、生育期 NDVI 偏差、茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数、茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数多年平均值、茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数偏差及标准差;
- e) 按照 5.2 进行茎伸长期甘蔗长势评估。

6.3 利用 EOS/MODIS 对甘蔗长势进行评估的示例,参见附录 B。

附 录 A
(资料性附录)

常用星载仪器的近红外和可见光通道参数

表 A.1 给出了常用星载仪器的近红外和可见光通道参数。

表 A.1 常用星载仪器的近红外和可见光通道参数

星载仪器	通道	波长 μm	波段	星下点分辨率 m
FY-3A/VIRR	1	0.58~0.68	可见光(visible)	1100
	2	0.84~0.89	近红外(near infrared)	1100
FY-3A/MERSI	3	0.625~0.675	可见光(visible)	250
	4	0.835~0.885	近红外(near infrared)	250
	11	0.640~0.660	可见光(visible)	1000
	14	0.855~0.875	近红外(near infrared)	1000
NOAA/AVHRR	1	0.58~0.68	可见光(visible)	1100
	2	0.7~1.1	近红外(near infrared)	1100
EOS/MODIS	1	0.62~0.67	可见光(visible)	250
	2	0.841~0.876	近红外(near infrared)	250
HJ/CCD	3	0.63~0.69	红(red)	30
	4	0.76~0.90	近红外(near infrared)	30

附 录 B (资料性附录)

利用 EOS/MODIS 对甘蔗长势进行评估示例

B.1 数据前期处理

B.1.1 数据格式和投影转换

本示例所用的 EOS/MODIS 产品为 NASA 数据中心提供的 2001—2010 年 MODIS 陆地产品系列中的 MOD13Q1,即全球 250 m 分辨率 16 d 合成的 NDVI 产品。利用美国 NASA 数据中心陆地产品组 (MODLAND)提供的专门软件 HEG 把 MOD13Q1 数据产品时间相同、空间不同的 HDF 数据包作为输入对象,提取所需的 NDVI 图像。将文件格式由 hdf 格式转换成 tif 格式,将投影方式由 Sinusoidal 方式转换为 WGS84/geographic 系统。

B.1.2 数据质量检验

B.1.2.1 数据质量检验包括计算机自动判识与人工交互检查两个步骤。

B.1.2.2 MODIS 植被指数产品质量状况由文件(Tile)和像元(Pixel)两个层次描述。MODIS-VI 的 Pixel 层次的数据质量分别记录在 2 个波段上,每个波段都由经过压缩的 16-bit 数据组成,分别描述了 8 个单项质量指标和 2 个综合指标。

B.1.2.3 使用 NASA 提供的 LDOPE 软件处理下载数据的第 2 波段、第 3 波段,首先利用 unpack_sds_bits 对压缩的质量信息解码,然后利用 cp_proj_param.exe 把原文件中的地理坐标恢复到已解码文件,再利用 MRT 软件处理成所需要的地图投影和文件格式,最后得到 NDVI 数据在 Pixel 层次上的质量和可用性描述。

B.1.2.4 经过计算机自动判识数据质量后,如果数据质量等级在合格范围内,可以直接使用。在上述质量检验的基础上,再通过人工判识的方法,对每一个 16 d 合成数据进行数据质量检查,对失真数据进行剔除。

B.2 区域 NDVI 均值数据集生成

包括逐年多波段文件合成和研究区域数据子集提取。

B.3 评估指标计算

B.3.1 计算甘蔗出苗期、发株期、分蘖期和工艺成熟期 NDVI 多年平均值、NDVI 偏差及标准差;

B.3.2 计算甘蔗茎伸长期 NDVI 多年平均值、NDVI 偏差大于 0 的累积天数、NDVI 偏差大于 0 的累积天数多年平均值、NDVI 偏差大于 0 的累积天数偏差及标准差。

B.3.3 通过上述计算得到甘蔗出苗期、发株期、分蘖期和工艺成熟期长势等级判定标准(见表 B.1)和茎伸长期长势等级判定标准(见表 B.2)。

表 B.1 出苗期、发株期、分蘖期和工艺成熟期甘蔗长势遥感等级划分 (EOS/MDOIS)

甘蔗生育期	长势判定条件	长势等级	对应地面观测苗情描述	NDVI 多年平均值 $\bar{I}_{NDVI}(r,s)$	NDVI 偏差 $\Delta I_{NDVI}(r,n,s)$	NDVI 标准差 σ
出苗期或发株期	$\Delta I_{NDVI}(r,s,n) > \sigma$	好	一类苗	0.34	$I_{NDVI}(r,n,s) - 0.34$	0.03
	$-\sigma \leq \Delta I_{NDVI}(r,s,n) \leq \sigma$	中等	二类苗			
	$\Delta I_{NDVI}(r,s,n) < -\sigma$	差	三类苗			
分蘖期	$\Delta I_{NDVI}(r,s,n) > \sigma$	好	一类苗	0.50	$I_{NDVI}(r,n,s) - 0.50$	0.04
	$-\sigma \leq \Delta I_{NDVI}(r,s,n) \leq \sigma$	中等	二类苗			
	$\Delta I_{NDVI}(r,s,n) < -\sigma$	差	三类苗			
工艺成熟期	$\Delta I_{NDVI}(r,s,n) > \sigma$	好	一类苗	0.57	$I_{NDVI}(r,n,s) - 0.57$	0.04
	$-\sigma \leq \Delta I_{NDVI}(r,s,n) \leq \sigma$	中等	二类苗			
	$\Delta I_{NDVI}(r,s,n) < -\sigma$	差	三类苗			

一类苗: 植株生长状况优良。植株健壮, 密度均匀, 高度整齐, 叶色正常, 没有或仅有轻微病虫害和气象灾害, 预计可达到丰产年景。一类苗对应甘蔗遥感等级为长势好。

二类苗: 植株生长状况较好或中等。植株密度不太均匀, 高度欠整齐, 植株遭受病虫害和气象灾害较轻, 预计可达到平均产量年景。二类苗对应甘蔗遥感等级为长势中等。

三类苗: 植株生长状况不好或较差。植株密度不太均匀, 植株矮小, 高度不整齐。病虫害和气象灾害对甘蔗有明显的抑制或产生严重危害。预计产量很低, 是减产年景。三类苗对应甘蔗遥感等级为长势差。

注 1: 春植蔗的出苗期和宿根蔗的发株期共用一个等级标准。

注 2: 甘蔗达到工艺成熟期标准, 将进入该生育期第一个合成时段的 NDVI 平均值作为该生育期的多年平均值。

注 3: 不同区域同一生育期甘蔗 σ 值存在一定的差异, 波动幅度在 10% 左右。

表 B.2 茎伸长期甘蔗长势遥感等级划分 (EOS/MDOIS)

长势判定条件	长势等级	对应地面观测苗情描述	茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数多年平均值 ($\bar{T}(r)$)	茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数偏差 ($\Delta T(r,n)$)	茎伸长期 NDVI 偏差大于 0 的累积天数标准差 (σ^*)
$\Delta T(r,n) > \sigma^*$	好	一类苗	95 天	$T(r,n) - 95$	25 天
$-\sigma^* \leq \Delta T(r,n) \leq \sigma^*$	中等	二类苗			
$\Delta T(r,n) < -\sigma^*$	差	三类苗			

B.4 长势评估

按照表 B.1 和表 B.2 分别对出苗期、发株期、分蘖期、工艺成熟期以及茎伸长期进行甘蔗长势等级判定。

参 考 文 献

- [1] QX/T 140—2011 卫星遥感洪涝监测技术导则
 - [2] QX/T 141—2011 卫星遥感沙尘暴天气监测技术导则
 - [3] QX/T 188—2013 卫星遥感植被监测技术导则
 - [4] 陈述彭. 遥感大辞典[M]. 北京:科学出版社. 1990
 - [5] 国家气象局. 农业气象观测规范(上卷)[M]. 北京:气象出版社. 1993
 - [6] 黄敬峰,谢国辉. 冬小麦气象卫星综合遥感[M]. 北京:气象出版社. 1996
 - [7] 江东,王乃斌,杨小唤,等. NDVI 曲线与农作物长势的时序互动规律[J]. 生态学报, 2002, **22**(2):247-252
 - [8] 王人潮,黄敬峰. 水稻遥感估产[M]. 北京:中国农业出版社. 2002
-

中华人民共和国
气象行业标准
甘蔗长势卫星遥感评估技术规范
QX/T 284—2015

*

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:010-68409198
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 字数:30千字
2015年10月第一版 2015年10月第一次印刷

*

书号:135029-5747 定价:10.00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