

团 体 标 准

T/CAGDRS XX—2024

冬小麦晚霜冻害灾损卫星遥感监测  
技术规范

Specifications for satellite remote sensing monitoring of late  
spring frost damage on winter wheat

征求意见稿

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施



中国农业绿色发展研究会 发布



## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 监测流程.....	2
5 数据及预处理.....	3
6 冬小麦种植空间分布遥感提取.....	4
7 冬小麦晚霜冻害不同等级种植面积统计分析.....	4
8 冬小麦晚霜冻害卫星遥感监测专题产品制作.....	6
参考文献.....	8

## 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。

本文件由河南省农业科学院农业信息技术研究所提出并组织实施。

本文件由中国农业绿色发展研究会归口。

本文件起草单位：河南省农业科学院农业信息技术研究所、河南省气象科学研究所、浙江大学。

本文件主要起草人：郭燕、王来刚、贺佳、曾凯、刘婷、邹春辉、张彦、张红利、杨秀忠、周磊、程永政、位盼盼、叶粟、范磊、张会芳、靳海洋、贾德伟。

# 冬小麦晚霜冻害灾损卫星遥感监测技术规范

## 1 范围

本文件规定了冬小麦晚霜冻害灾损卫星遥感监测的监测流程、数据及预处理、种植空间分布遥感提取、种植面积统计分析、专题产品制作等。

本文件适用于冬小麦晚霜冻害灾损卫星遥感监测。

## 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。

GB/T 14950 摄影测量与遥感术语

GB/T 20257 国家基本比例尺地图图式

GB/T 30115 卫星遥感影像植被指数产品规范

MZ/T 066 冬小麦低温冻害受灾程度现场识别

NY/T 2283.2 冬小麦灾害田间调查及分级技术规范 第2部分:冬小麦冻害

NY/T 2283.3 冬小麦灾害田间调查及分级技术规范 第3部分:冬小麦霜冻害

NY/T 3527 作物种植面积遥感监测规范

QX/T 88 作物霜冻害等级

QX/T 447 黄淮海地区冬小麦越冬期冻害指标

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**晚霜冻害** late spring frost

冬小麦拔节以后至孕穗期，在气温低于0℃时幼穗形成的低温冻害。

[来源：DB 41/T 1403-2017，3.1]

### 3.2

**卫星遥感监测技术** monitoring with remote sensing technology

通过卫星等收集环境的电磁波信息对远离的地物目标进行监测的技术。

### 3.3

**多光谱遥感影像** multispectral remote sensing images

包含很多个波段的图像，一般具有蓝光波段、绿光波段、红光波段、近红外光波段、红边波段等，多者甚至上百个。

### 3.4

**归一化植被指数** normalized differential vegetation index, NDVI

反映土地覆盖植被状况的一种遥感指标，是近红外通道与可见光通道反射率之差与之和的商。

### 3.5

**像元** pixel

数字影像的基本单元。

[来源：GB/T 14950-2009，4.67]

### 3.6

**空间分辨率** spatial resolution

遥感影像上能够识别的两个相邻地物的最小距离，通常用像元的大小来表示。

### 3.7

**栅格数据** raster data

遥感影像以像元为基础计算得到的图像数据，通常情况影像一个像元即为一个栅格。

### 3.8

**矢量数据** vector data

记录图形坐标特征点位置的数据，一系列由线连接的点构成。

## 4 监测流程

基于卫星多光谱遥感影像，结合地面调查数据，计算冬小麦晚霜冻害发生后 NDVI 的变化，并与正常情况和绝收情况进行对比，确定晚霜冻害发生的等级，然后进行灾损空间分布面积统计、专题图制作和报告编写。具体技术流程见图 1。

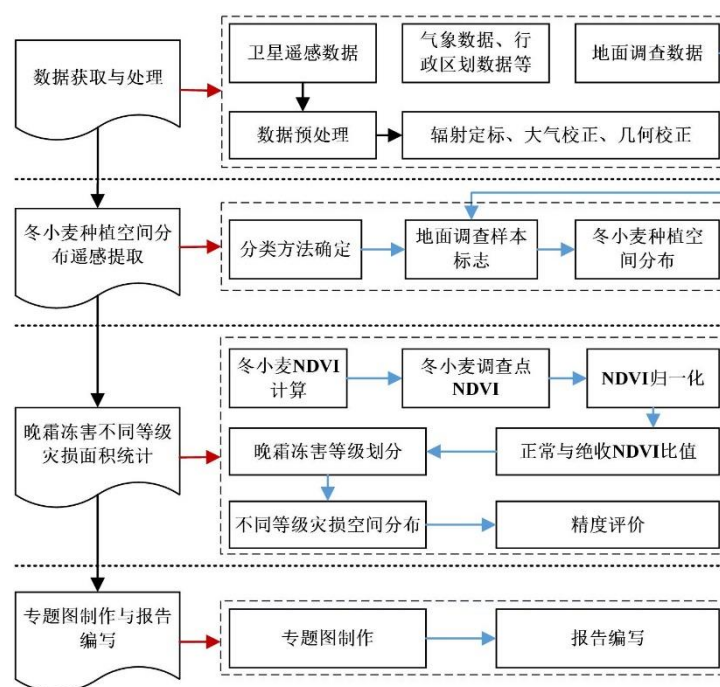


图 1 冬小麦晚霜冻害遥感监测流程

## 5 数据及预处理

### 5.1 卫星遥感数据源选择

5.1.1 卫星遥感影像至少应具有近红外波段（760 nm~1100 nm）和红光波段（620~760 nm）2 个波段。

5.1.2 县级应用的遥感影像空间分辨率应优于 10 m，地市级应用的遥感影像空间分辨率应优于 30 m，省级及以上的遥感影像空间分辨率应优于 250 m。

5.1.3 影像质量应清晰，定位准确，无明显的噪声、斑块，无数据丢失，无严重畸变。云或者雾覆盖像元的面积占影像总面积的百分比不超过 10%。

5.1.4 影像获取的时间范围应包含晚霜冻害发生后 7 天内。

### 5.2 卫星遥感数据预处理

5.2.1 根据不同的传感器选择相应的辐射定标参数进行遥感影像辐射定标。经大气校正后，获得地表反射率影像数据。

5.2.2 影像应经过几何校正，配准后平原丘陵误差小于等于 1 个像元，山地误差小于等于 2 个像元。

5.2.3 应计算出植被指数 NDVI，进而得到 NDVI 栅格数据。植被指数计算和合成执行 GB/T 30115 的规定。

### 5.3 地面调查样本数据

5.3.1 样本类别应包含监测区的主要地物类型（如冬小麦、水体、裸地、建筑等），且应具有代表性。

5.3.2 样本应在监测区均匀分布，数量满足统计学基本要求，每种地物类型样本数据应不少于 30 个。

5.3.3 针对于目标地物冬小麦不同冻害等级的调查应满足 b) 中所述要求。不同冻害等级的农学参考指标参见表 1（DB32/T 3524—2019）。

5.3.4 样本采集过程中应采用具有定位系统（如 GPS、北斗等）的便携设备记录样本数据的经纬度信息，并同步采集地物类型的照片。

#### 5.4 其他数据

为提高监测的精度，其他数据宜包括：

- a) 监测区域行政区划图。
- b) 监测区域最低温度、最高温度、最大降温幅度等气象数据。

### 6 冬小麦种植空间分布遥感提取

#### 6.1 遥感分类方法选择

6.1.1 基于样本数据，应选择监督分类、非监督分类、面向对象等分类方法或组合进行分类，推荐的分类方法如下：

- a) 监督分类方法推荐使用支持向量机（SVM）、随机森林（RF）和最大似然法（MLC），或者其他特征性增强的决策树分类方法。
- b) 非监督分类方法推荐使用迭代自组织数据分析（ISODATA）、K 均值聚类（K-means）等方法，在使用非监督分类方法时，训练样本作为非监督分类结果的重分类样本。
- c) 面向对象分类方法应在遥感影像数据尺度分割的基础上，采用上述 2 种分类方法之一进行识别。

6.1.2 冬小麦遥感分类方法的选择执行 NY/T 3527-2019 中 8.3 的规定。

#### 6.2 冬小麦种植空间分布确定

6.2.1 将遥感分类参数、训练样本输入选择的分类方法进行分类，得到监测区域农作物遥感分类结果。

6.2.2 基于样本数据，统计被正确分类的像元，计算分类精度，要求精度达到 90% 以上。若达不到规定精度，修正分类结果，直至分类结果达到精度要求。

6.2.3 将分类结果中冬小麦单独导出为冬小麦种植空间分布矢量文件。

### 7 冬小麦晚霜冻害不同等级灾损面积统计分析

#### 7.1 不同等级晚霜冻害 NDVI 计算

基于 6.2 得到冬小麦种植区域遥感影像计算 NDVI 值，将不同等级晚霜冻害的冬小麦地面调查样本位置信息导入，提取得到不同等级晚霜冻害的冬小麦的 NDVI 值。

生长正常和绝收情况下的 NDVI 值分别记为  $\mu_{\text{正}}$  和  $\mu_{\text{绝}}$ ；然后对各个调查点分别计算出生长正常和绝收情况下的 NDVI 平均值，分别记为  $\bar{\mu}_{\text{正}}$  和  $\bar{\mu}_{\text{绝}}$ 。

NDVI 平均值的  $\bar{\mu}_{\text{正}}$  和  $\bar{\mu}_{\text{绝}}$  的计算公式为：



$$\bar{\mu}_{\text{正}} = \frac{\sum_{i=1}^{n1} \mu_{\text{正}}}{n_1} \quad (1)$$

$$\bar{\mu}_{\text{绝}} = \frac{\sum_{i=1}^{n2} \mu_{\text{绝}}}{n_2} \quad (2)$$

式中：

$\bar{\mu}_{\text{正}}$  ——冬小麦生长正常调查点的 NDVI 平均值；

$\bar{\mu}_{\text{绝}}$  ——冬小麦绝收调查点的 NDVI 平均值；

$n1$  ——冬小麦生长正常调查点的个数；

$n2$  ——冬小麦绝收调查点的个数。

## 7.2 冬小麦种植区域 NDVI 的归一化

将冬小麦种植区域遥感影像计算 NDVI 值进行归一化处理，结果记为比值  $r$ 。

$r$  的计算公式为：

$$r = \frac{\mu_l}{\mu_{\text{max}}} \quad (3)$$

式中：

$\mu_l$  ——调查点  $l$  对应的 NDVI 值；

$l$  ——冬小麦生长正常调查点和绝收调查点的总个数；

$\mu_{\text{max}}$  ——调查点 NDVI 的最大值。

## 7.3 NDVI 比值 ( $\mu_{\text{比}}$ ) 计算

对冬小麦生长正常调查点的 NDVI 平均值  $\bar{\mu}_{\text{正}}$  和冬小麦绝收调查点的 NDVI 平均值  $\bar{\mu}_{\text{绝}}$  进行比值运算，得到比值  $\mu_{\text{比}}$ 。

比值  $\mu_{\text{比}}$  的计算公式为：

$$\mu_{\text{比}} = \frac{\bar{\mu}_{\text{绝}}}{\bar{\mu}_{\text{正}}} \quad (4)$$

式中：

$\bar{\mu}_{\text{正}}$  ——冬小麦生长正常调查点的 NDVI 平均值；

$\bar{\mu}_{\text{绝}}$  ——冬小麦绝收调查的 NDVI 平均值。

## 7.4 冬小麦晚霜冻害灾损等级划定

7.4.1 结合实地调查，应根据农学指标结合经验模型分别确定分类系数  $k$ ， $k$  取值范围一般为 1.0~1.5，然后确定正常和绝收两类结果。农学指标具体见表 1。

当  $r > 0.85$  时，确定为正常，未受灾。即为“长势正常”。

当  $r < k \times \mu_{\text{比}}$  时，即  $r < 0.25$  时，确定为受灾最严重，冻害四级。

当  $k_1 \times \mu_{\text{比}} < r < k_2 \times \mu_{\text{比}}$  时，即  $0.25 < r < 0.45$ ，确定为冻害三级。

$0.45 < r < 0.65$ ，确定为冻害二级。

$0.65 < r < 0.85$ ，确定为冻害一级。

表 1 冬小麦晚霜冻害农学指标

级别	伤害程度描述
长势正常	叶片、分蘖及生长点未检出明显冻伤特征
冻害一级	叶片有冻伤，但基部完好，生长点未受冻； 幼穗冻伤 1/3 以下或死茎率 5% 以下。
冻害二级	叶片上部枯萎，少数分蘖死亡，部分生长点受冻；幼穗冻伤 1/3-1/2，或死茎率 5-15%。
冻害三级	地上部大部枯萎，部分分蘖死亡，生长点皱缩；幼穗冻伤 1/2-3/4，或死茎率 15-50%。
冻害四级	茎叶严重枯萎，分蘖节暗褐或发黑，生长点严重皱缩；幼穗冻伤 3/4 以上或死茎率 50% 以上。

7.4.2 每个等级的实地调查样点数应不少于 30 个。

## 7.5 不同等级晚霜冻害发生的空间分布

根据  $r$  对冬小麦种植区域 NDVI 值进行分类，将不同等级晚霜冻害矢量结果与冬小麦种植区域遥感影像叠加，输出得到不同等级晚霜冻害空间分布图。

## 7.6 精度评价

应根据实地调查结果，将 7.4 每个调查点的位置与 7.5 得到的不同等级晚霜冻害空间分布图进行叠加，计算每个等级精度和所有等级的平均精度，精度应控制在 95% 以上。

## 8 冬小麦晚霜冻害卫星遥感监测专题产品制作

### 8.1 专题图制作

冬小麦晚霜冻害遥感监测专题图要素应包括图名、图例、比例尺、制图单位、制图时间等，内容包括冬小麦种植空间分布、行政区划等信息。其中基本地图制作要素制作方式参照 GB/T 20257 的规定执行。

### 8.2 专题图示例



## 参 考 文 献

- [1] 段萌, 李恩普, 陈友, 等. 冬小麦霜冻害灾情田间调查分级规范的研究[J]. 麦类作物学报, 2011, 31(3): 554-559.
- [2] 张雪芬, 陈怀亮, 郑有飞, 等. 冬小麦冻害遥感监测应用研究[J]. 南京气象学院学报, 2006,29(1):94-100.
- [3] 程婉莹,王春艳,李茂松, 等. 冬小麦拔节期冠层气象条件与晚霜冻害关系研究[J]. 耕作与栽培, 2023, 43(1): 46-51.
- [4] DB 41/T 1403-2017 冬小麦晚霜冻害防御技术规程.
- [5] GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语.
-