

ICS 65.020
CCS B 04

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 4618—2025

农作物物候期遥感监测技术规范

Technical specification for remote sensing monitoring
of crop phenological stages

2025-01-09 发布

中华人民共和国农业农村部 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 缩略语	2
5 基本要求	2
6 监测流程	2
7 数据获取与处理	2
8 植被指数时间序列数据处理	4
9 农作物物候期地面调查	4
10 农作物物候期遥感监测	5
11 监测结果精度验证	5
12 监测专题图制作和报告编写	6
附录 A (规范性) 农作物物候期地面调查表	7
附录 B (资料性) 常见农作物生育时期	8
参考文献	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。

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。

本文件由中华人民共和国农业农村部发展规划司提出并归口。

本文件起草单位：中国农业科学院农业资源与农业区划研究所。

本文件主要起草人：王利民、杨鹏、刘佳、姚保民、高建孟、季富华、段四波、滕飞、王雪、杨福刚、李丹丹、李映祥、胡华浪、何亚娟、陈昕然、孙娟英、陈媛媛。



农作物物候期遥感监测技术规范

1 范围

本文件规定了农作物物候期遥感监测的基本要求、监测流程、数据获取与处理、植被指数时间序列数据处理、农作物物候期地面调查、农作物物候期遥感监测、监测结果精度验证、监测专题图制作和报告编写等内容。

本文件适用于基于光学遥感卫星数据的大宗农作物物候期监测,其他农作物物候期监测可参照执行。

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 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号
GB/T 20257(所有部分) 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
NY/T 3527 农作物种植面积遥感监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

物候期 **phenological stage**

农作物生长发育过程中外部形态随季节变化发生的一系列周期性变化的时间点。

[来源:NY/T 4065—2021,定义 3.3,有修改]

3.2

生育时期 **growth stage**

农作物生长发育过程中,外部形态呈现显著变化的若干发育阶段。

注:例如,冬小麦包括出苗期、三叶期、分蘖期、越冬期、返青期、起身期、拔节期、孕穗期、抽穗期、开花期、灌浆期、乳熟期、蜡熟期和完熟期等。

[来源:NY/T 4065—2021,定义 3.2,有修改]

3.3

遥感 **remote sensing**

不接触物体本身,用传感器收集目标物的电磁波信息,经处理、分析后识别目标物,揭示其几何、物理特征和相互关系及其变化规律的技术。

[来源:GB/T 14950—2009,定义 3.1,有修改]

3.4

像元 **pixel**

遥感影像的基本单元。

[来源:GB/T 14950—2009,定义 4.67,有修改]

3.5

空间分辨率 **spatial resolution**

遥感影像上一个像元所代表地面单元的大小。

[来源:NY/T 4065—2021,定义 3.6]

3.6

植被指数 **vegetation index; VI**

利用多光谱遥感影像不同谱段数据的线性或非线性组合形成的反映绿色植物生长状况和分布的特征指数。

[来源:GB/T 14950—2009,定义 5.201,有修改]

3.7

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

近红外波段反射率和可见光红光波段反射率之差与二者之和的比值。

[来源:NY/T 4065—2021,定义 3.14]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CGCS2000	2000 国家大地坐标系(China Geodetic Coordinate System 2000)
DOY	一年中的第几日(Day of Year)
NDVI	归一化差值植被指数(Normalized Difference Vegetation Index)
RMSE	均方根误差(Root Mean Square Error)
UTM	通用横轴墨卡托投影(Universal Transverse Mercator Projection)
VI	植被指数(Vegetation Index)

5 基本要求

5.1 空间基准

大地基准应采用 2000 国家大地坐标系(CGCS2000)。

高程基准应采用 1985 国家高程基准。

省级及以上尺度宜采用阿尔伯斯投影,省级以下尺度宜采用高斯-克吕格或 UTM 投影。

注 1:阿尔伯斯投影(Albers projection)是一种正轴等面积割圆锥投影,又称双标准纬线等积圆锥投影,由阿尔伯斯于 1805 年创拟。

注 2:高斯-克吕格投影(Gauss-Krüger projection)是横轴等角切椭圆柱投影,由德国数学家、天文学家高斯(C. F. Gauss)拟定,德国大地测量学家克吕格(J. Krüger)补充而成。

注 3:UTM 投影(universal transverse Mercator projection,通用横轴墨卡托投影)是横轴等角割椭圆柱分带投影。

5.2 分幅和编号

农作物物候期遥感监测专题图宜采用分幅或分行政区方式,分幅及编号应按 GB/T 13989 的规定执行。

5.3 监测时间

监测时间应处于农作物出苗或移栽后至收获前。

6 监测流程

农作物物候期遥感监测流程应包括数据获取与处理、植被指数时间序列数据处理、农作物物候期地面调查、农作物物候期遥感监测、监测结果精度验证、监测专题图制作和报告编写,监测流程见图 1。

7 数据获取与处理

7.1 遥感数据

7.1.1 遥感数据获取

遥感数据获取规定如下:

- 遥感数据应符合 NY/T 3527 的规定;
- 遥感数据时间分辨率应优于 5 d;

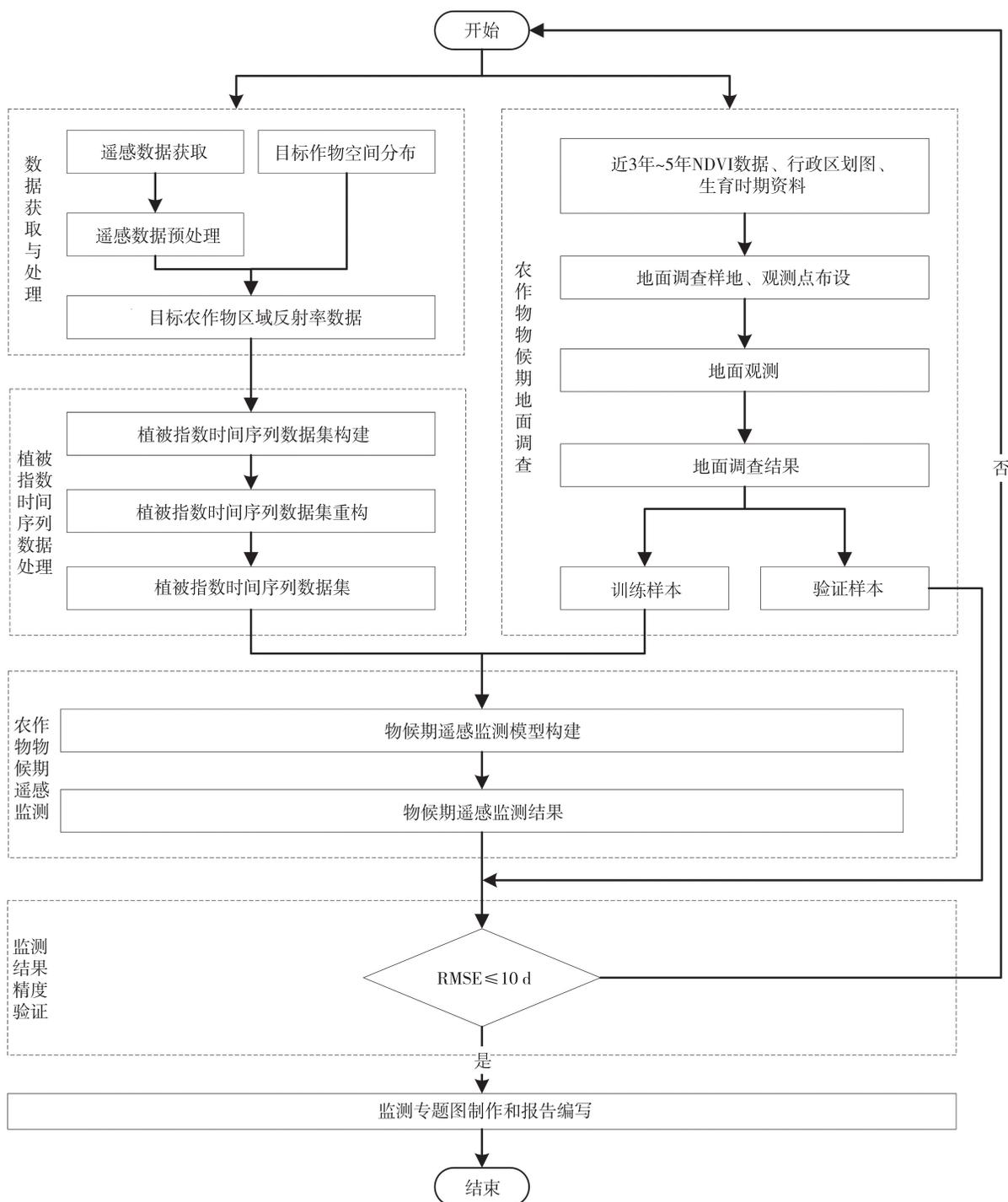


图 1 农作物物候期遥感监测流程

c) 省级及以下尺度,遥感数据空间分辨率应优于 30 m;省级以上尺度,应优于 500 m。

7.1.2 遥感数据预处理

遥感数据预处理包括辐射定标、大气校正和几何校正,应符合 NY/T 3527 的规定。

注 1:辐射定标是根据遥感器定标方程和定标系数,将记录数字值转换成对应视场表观辐射亮度的过程。

注 2:大气校正是消除或减弱获取卫星遥感影像时在大气传输过程中因吸收或散射作用引起的辐射畸变的过程。

注 3:几何校正是为消除影像的几何畸变而进行投影变换、目标空间平面位置校正以及不同遥感器影像间的几何配准校正等工作。

7.1.3 目标农作物区域反射率数据

目标农作物空间分布提取可参照 NY/T 3527 执行。目标农作物区域反射率数据应基于目标农作物

空间分布监测结果,对预处理后的影像通过掩膜处理确定。

7.2 其他数据

其他数据包括:

- a) 监测区域行政区划图;
- b) 监测区域不同农作物生育时期资料。

8 植被指数时间序列数据处理

8.1 植被指数时间序列数据集构建

植被指数采用归一化差值植被指数(NDVI),按公式(1)计算。

$$NDVI = (R_{nir} - R_{red}) / (R_{nir} + R_{red}) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R_{nir} —— 近红外波段地表反射率;

R_{red} —— 红波段地表反射率。

在像元尺度上构建 NDVI 时间序列数据集,遥感影像获取日期需转换为 DOY。数据集应为多图层的空间数据格式,且每个图层的名称应包含相应的 DOY 信息。

单期植被指数质量不佳时,可进行植被指数合成,应按 GB/T 30115 执行。植被指数合成的数据成像日期应处于农作物同一生育时期内。

8.2 植被指数时间序列数据集重构

采用 Savitzky-Golay 滤波算法对 NDVI 时间序列数据集进行重构,按公式(2)计算。

$$Y_j = \frac{\sum_{i=-m}^m C_i y_{j+i}}{N} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Y_j —— 滤波后的 NDVI 值;

C_i —— 第 i 个 NDVI 值滤波时的系数;

y_{j+i} —— NDVI 原始值;

i —— 累加运算中的序号;

j —— 沿原始数据纵坐标数据列的计算点下标;

m —— 任意正整数, $2m+1$ 表示滤波窗口的宽度;

N —— 卷积中值点的个数,等于滤波窗口的宽度。

注:Savitzky-Golay 滤波是一种基于曲线局部特征的多项式拟合方法,由 Savitzky 和 Golay 于 1964 年提出。

9 农作物物候期地面调查

9.1 地面调查样地、观测点布设

地面调查样地、观测点布设规定如下:

- a) 调查样地布设应具有区域代表性,应反映监测区域农作物物候的差异性,且调查样地内目标农作物应多年种植、稳定种植,播种(移栽)日期相对固定;
- b) 可采用目标农作物前期 NDVI 数据辅助分层抽样方式选择调查样地,调查样地大小应大于 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$,调查样地数量应具有统计意义,省级以下(不含省级)尺度不少于 30 个调查样地,省级及以上尺度可适当增加调查样地数量;
- c) 在调查样地中随机选择一个以上的观测点。

9.2 调查时间

农作物物候地面调查时间应覆盖目标农作物的全部生育时期。调查时间间隔根据目标农作物生育时期确定,对于大宗农作物,可每周调查一次。对于生育时期较短的农作物,可每 2 d 调查一次。

9.3 地面观测

地面观测规定如下：

- a) 观测点选定后,应按附录 A 的内容记载观测点的地理坐标、海拔、农作物种类、生育时期等信息,其中生育时期的填写见附录 B,并拍摄观测点农作物不同角度照片,作为档案保存;
- b) 对于每个观测点,观测的植株数量应不少于 30 株;当 50% 的植株进入某一生育时期,观测日期对应的 DOY 即为农作物的物候期。

9.4 地面调查结果

地面调查结果应符合下列规定：

- a) 当调查样地内仅有 1 个观测点时,观测得到的物候期为该调查样地的物候期;
- b) 当调查样地内有多个观测点且观测点得到的物候期不一致时,调查结果的 DOY 均值为该调查样地的物候期。

10 农作物物候期遥感监测

10.1 物候期遥感监测模型构建

物候期遥感监测模型构建应符合下列规定：

- a) 针对目标农作物的每个像元,基于目标农作物播种后至当前一期平滑后的 NDVI 时间序列数据,可采用非对称性高斯函数或双 Logistic 等函数对极大值、极小值之间的数据进行拟合;也可以在 NDVI 时序数据变换基础上进行其他形式的函数拟合,得到 DOY-NDVI 拟合曲线。
- b) 农作物物候期地面调查结果宜按 7:3 的比例随机划分为训练样本和验证样本,基于训练样本和 DOY-NDVI 拟合曲线,采用阈值法建立农作物进入某生育时期的物候期 DOY 与 NDVI 的对应关系,也可采用滑动平均法、微分法等其他方法。
- c) 阈值方法建立对应关系时,采用公式(3)计算全部训练验证样本的 NDVI 均值,即为提取物候期 DOY 的 NDVI 阈值。

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{m} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- T ——全部训练样本地面调查样地的 NDVI 均值;
- t_i ——第 i 个训练样本地面调查样地的 NDVI 值;
- m ——训练样本的个数。

10.2 物候期遥感监测结果

物候期遥感监测结果应符合下列规定：

- a) 对于未知物候期的目标农作物像元,可根据 DOY-NDVI 对应曲线,通过计算曲线上到达 NDVI 阈值时的 DOY 值,实现对该像元的物候期 DOY 反演;
- b) 当 DOY-NDVI 对应曲线上 NDVI 阈值有多个 DOY 对应时,根据农作物实际物候期和曲线的单调性确定正确的 DOY 值。

11 监测结果精度验证

监测结果精度验证应符合下列规定。

- a) 利用农作物物候期地面调查结果对农作物物候期遥感监测结果进行精度验证,按公式(4)计算均方根误差(RMSE),评价物候期监测结果的精度。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - d'_i)^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- n ——验证样本数量;
- i ——验证样本的序号;

d_i ——第 i 个农作物物候期遥感监测结果(DOY 值),单位为天(d);

d'_i ——第 i 个农作物物候期地面调查结果(DOY 值),单位为天(d)。

- b) 以 RMSE 不超过 10 d 为合格,对于生育时期持续时间较短的农作物, RMSE 应不超过农作物当前生育时期持续天数的一半。
- c) 精度评价不合格的,应核查遥感数据质量、物候期地面调查样地代表性等,并重新执行监测流程,直至精度评价合格为止。

12 监测专题图制作和报告编写

12.1 监测专题图制作

农作物物候期遥感监测专题图的制作要求如下:

- a) 符号配置、注记和地图整饰等地图要素应按 GB/T 20257(所有部分)制作完成;
- b) 制图要素应包括图名、图例、比例尺、指北针、物候期空间分布、行政区划地理信息等。

12.2 监测报告编写

农作物物候期遥感监测报告编写主要内容宜包括:

- a) 遥感监测区概况、目标农作物类型所使用的卫星及其传感器、影像获取时间、监测时间范围、监测流程;
- b) 地面调查样地分布、训练样本和验证样本的数量和分布图;
- c) 农作物物候期遥感监测结果描述、时空变化特征分析、专题图附图,以及精度验证结果的说明;
- d) 监测人员、审核人员等信息。

附 录 A
(规范性)
农作物物候期地面调查表

农作物物候期地面调查表的内容及格式见表 A.1。

表 A.1 农作物物候期地面调查表

调查 样地	观测点	调查 日期 ^a	经度 (°)	纬度 (°)	海拔 (m)	农作物 种类	播种 (移栽) 日期	播种方式	生长状态	生育时期	处于该生育 时期的 植株比例 (%)	物候期 (DOY 值) ^b
调查 样地 1	观测点 1											
	观测点 2											
	观测点 3											
	...											
调查 样地 2	观测点 1											
	观测点 2											
	观测点 3											
	...											
...												

a 调查日期采用日历日期格式 YYYY-MM-DD。例如,1985-03-12,表示 1985 年 3 月 12 日。
b 物候期(DOY)采用顺序日期截短格式 DDD。例如,001,表示某年的第 1 日,即该年的 1 月 1 日;再如 060,表示某年的第 60 日,即平年的 3 月 1 日或闰年的 2 月 29 日。

附 录 B
(资料性)
常见农作物生育时期

常见农作物生育时期见表 B.1。

表 B.1 常见农作物生育时期

冬小麦	水稻	玉米	油菜	棉花	大豆	花生
出苗期	出苗期	出苗期	出苗期	出苗期	出苗期	出苗期
三叶期	三叶期	三叶期	五叶期	现蕾期	真叶期	幼苗期
分蘖期	移栽期	拔节期	现蕾期	开花期	分枝期	开花下针期
越冬期	返青期	小喇叭口期	抽薹期	吐絮期	开花期	结荚期
返青期	分蘖期	大喇叭口期	开花期		结荚期	饱果成熟期
起身期	拔节期	抽雄期	结荚期		鼓粒期	
拔节期	孕穗期	开花期	成熟期		成熟期	
孕穗期	抽穗期	吐丝期				
抽穗期	扬花期	籽粒形成期				
开花期	灌浆期	乳熟期				
灌浆期	乳熟期	蜡熟期				
乳熟期	蜡熟期	完熟期				
蜡熟期	完熟期					
完熟期						

参 考 文 献

- [1] GB/T 14950—2009 摄影测量与遥感术语
 - [2] GB/T 16820—2009 地图学术语
 - [3] GB/T 32453—2015 卫星对地观测数据产品分类分级规则
 - [4] GB/T 7408—2005 数据元和交换格式信息交换日期和时间表示法
 - [5] NY/T 4065—2021 中高分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范
 - [6] 李存东. 农学概论(第二版)[M]. 北京:科学出版社,2018.
 - [7] Savitzky A. , Golay M. J. E. Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures [J]. Analytical Chemistry, 1964, 36 (8): 1627-1639.
-