

# 团 体 标 准

T/CAGDRS XX—2025

---

## 作物设施栽培用地高分遥感监测技术规范

Technical specification for remote sensing monitoring of  
Facility-Based Crop Cultivation Land based on Gaofen satellites  
data

征求意见稿

2025-XX-XX 发布

2025-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 缩略语..... 3

5 基本要求..... 3

6 监测流程..... 3

7 数据获取与处理..... 4

8 作物设施栽培用地地面调查..... 5

9 作物设施栽培用地遥感监测..... 6

10 监测结果精度验证..... 7

11 结果统计和专题图制作..... 7

附 录 A （资料性） 高分卫星主要参数..... 9

附 录 B （资料性） 数据融合方法介绍..... 10

附 录 C （资料性） 样方数量统计学计算公式.....11

附 录 D （资料性） 作物设施栽培用地地面调查表..... 12

参考文献..... 13

## 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。

本文件由中国农业科学院农业资源与农业区划研究所提出。

本文件由中国农业绿色发展研究会归口。

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：滕飞，王利民，季富华，刘佳，杨福刚，姚保民。

# 作物设施栽培用地高分遥感监测技术规范

## 1 范围

本文件规定了作物设施栽培用地高分遥感监测的基本要求、监测流程、数据获取与处理、作物设施栽培用地地面调查、作物设施栽培用地遥感监测、监测结果精度验证、结果统计和专题图制作等内容。

本文件适用于基于高分卫星遥感数据的作物设施栽培用地面积、空间分布和动态变化的遥感监测工作。

## 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 14950 摄影测量与遥感术语
- GB/T 16820 地图学术语
- GB/T 30115 卫星遥感影像植被指数产品规范
- NY/T 3526 农情监测遥感数据预处理技术规范
- NY/T 3922 中高分辨率卫星主要农作物长势遥感监测技术规范
- NY/T 4150 农业遥感监测专题制图技术规范
- NY/T 4314 设施农业用地遥感监测技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**高分卫星** Gaofen satellite

中国国家高分辨率对地观测系统重大专项（高分专项）部署的系列遥感卫星，通过多颗不同轨道类型与多元观测手段的卫星协同组网，构建具备高空间分辨率、高光谱分辨率、高时间分辨率综合对地观测能力的天基基础设施。

### 3.2

**作物设施栽培用地** facility-Based Crop Cultivation Land

借助人工设施及其配套设备调控作物生长环境以进行农业生产的土地，包括直接用于作物栽培的生产设施、附属设施以及相关配套设施所占用的土地。

注：生产设施涵盖塑料大棚、日光温室、连栋温室等多种类型；配套设施包括规模化种植所必需的机具存放、育苗育秧、产后烘干及仓储等功能用地。

[来源：NY/T 4314—2023，3.2，有修改]

### 3.3

**像元** pixel

数字影像的基本单元。

[来源：GB/T 14950—2009，4.67，有修改]

3.4

**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，通常用像元大小、像解率或视场角来表示。

[来源：NY/T 3922—2021，3.7]

3.5

**阿尔伯斯投影 Albers projection**

一种正轴等面积割圆锥投影。

注：又称双标准纬线等积圆锥投影，由阿尔伯斯于1805年创拟。

[来源：GB/T 16820—2009，3.62，有修改]

3.6

**高斯-克吕格投影 Gauss-Krueger projection**

横轴等角切椭圆柱投影。

注：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。

[来源：GB/T 16820—2009，3.56，有修改]

3.7

**通用横轴墨卡托投影 Universal Transverse Mercator projection, UTM**

横轴等角割椭圆柱分带投影。

注：假想圆柱面与地球椭球面横割于对称于中央经线的两个小圆上，按经差6°分带单独投影，除赤道和中央经线为直线外，其余经纬线为对称于它们的轴线，且相互正交。

[来源：GB/T 16820—2009，3.58，有修改]

3.8

**几何校正 geometric correction**

为消除影像的几何畸变而进行投影变换或不同波段影像间的配准等校正过程。

[来源：GB/T 14950—2009，5.190]

3.9

**辐射定标 radiometric calibration**

根据遥感器定标方程和定标系数，将其记录的量化数字灰度值转换成对应视场表观辐亮度的过程。

[来源：GB/T 30115—2013，3.7]

3.10

**大气校正 atmospheric correction**

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而引起的辐射畸变。

[来源：GB/T 14950—2009，5.191，有修改]

3.11

**训练样本 training sample**

可由实地调查或图像解释方法选取确定的已知地物属性或特征的图像像元，用于进行分类的学习和训练，以建立分类模型或分类函数的样本。

[来源：NY/T 3922—2021，3.14，有修改]

3.12

**验证样本 validation sample**

可由实地调查或图像解释方法选取确定的已知地物属性或特征的图像像元，用于验证分类结果精度的样本数。

[来源：NY/T 3922—2021，3.15，有修改]

3.13

## 目视判读 visual interpretation

判读者通过直接观察或借助判读仪以研究地物在遥感影像或其他像片上反映的各种影像特征，并通过地物间的相互关系来推理分析，识别所需地物信息的过程。

[来源：GB/T 14950—2009，4.144]

## 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）
DEM	数字高程模型（Digital Elevation Model）
EVI	增强型植被指数（Enhanced Vegetation Index）
GF-1	高分一号（Gaofen-1）
GF-2	高分二号（Gaofen-2）
GF-6	高分六号（Gaofen-6）
GFDM	高分多模（Gaofen Duomo）
GIS	地理信息系统（Geographic Information System）
GLCM	灰度共生矩阵（Gray-Level Co-Occurrence Matrix）
GNSS	全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）
MLC	最大似然分类（Maximum Likelihood Classification）
NDVI	归一化植被指数（Normalized Difference Vegetation Index）
PMS	全色/多光谱传感器（Panchromatic/Multi-Spectral Sensor）
RF	随机森林（Random Forest）
RPC	有理多项式系数（Rational Polynomial Coefficients）
SVM	支持向量机（Support Vector Machine）

## 5 基本要求

### 5.1 空间基准

5.1.1 大地基准：2000 国家大地坐标系（CGCS2000）。

5.1.2 高程基准：1985 国家高程基准。

5.1.3 投影方式：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。

### 5.2 分幅和编号

作物设施栽培用地高分遥感监测专题图适用比例尺宜为国家基本比例尺 1:500 ～ 1:1 00 000 范围，分幅及编号按 GB/T 13989 执行。

## 6 监测流程

作物设施栽培用地高分遥感监测处理流程主要包括数据获取与处理、作物设施栽培用地地面调查、作物设施栽培用地遥感监测、监测结果精度验证、结果统计和专题图制作等步骤，见图 1。

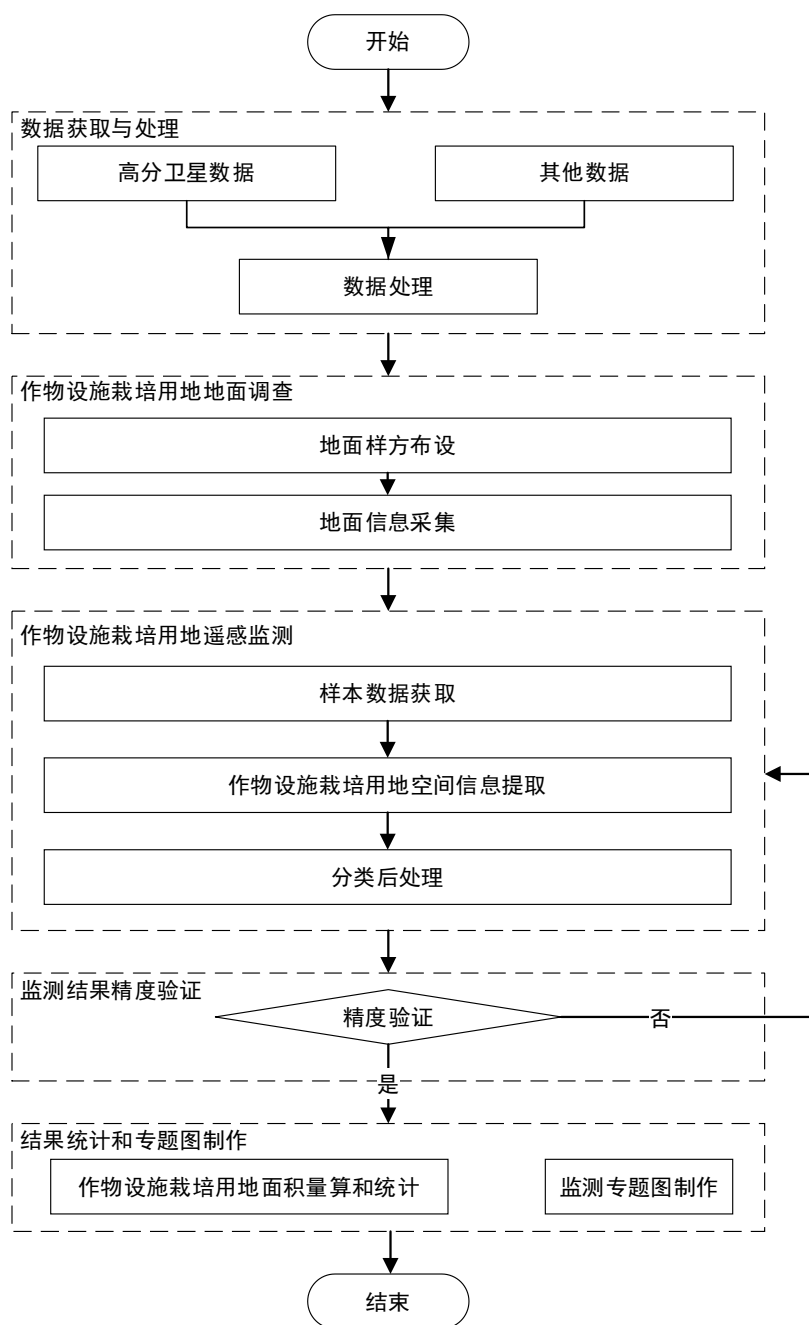


图1 作物设施栽培用地高分遥感监测流程

## 7 数据获取与处理

### 7.1 数据获取

#### 7.1.1 高分卫星数据获取

获取监测区域监测时间内覆盖作物设施栽培用地的高分卫星数据，数据获取规定如下：

- a) 影像的全色波段的空间分辨率应不低于 2 m，保证全色和多光谱数据融合后的影像空间分辨率不低于 2 m，包括 GF-1/PMS、GF-2/PMS、GF-6/PMS 和 GFDM/PMS 等，主要参数参见附录 A；



- b) 影像应完整覆盖监测区域，边缘区域需预留缓冲带，避免目标作物设施栽培用地因边缘裁剪缺失；
- c) 影像数据应图面清晰，无数据丢失，无明显条纹、点状和块状噪声，定位准确，无严重畸变；
- d) 单景影像的云或浓雾覆盖像元面积占影像总面积的百分比不应超过 20%，若存在像元缺失或质量不佳区域，应明确标识；
- e) 从中国资源卫星应用中心网站上获取采用的高分卫星及其遥感器的相关参数，包括辐射定标系数、中心波长、光谱响应函数等。

### 7.1.2 其他数据

其他数据包括：

- a) 监测区域行政区划矢量数据或监测区域边界；
- b) 监测区域数字高程模型（DEM）；
- c) 气象参数数据，主要包括气溶胶光学厚度、大气水汽含量等。气象参数数据可从气象观测站点获取；
- d) 监测区域作物设施栽培用地遥感监测历史成果数据等。

## 7.2 数据处理

### 7.2.1 高分数据处理

高分卫星数据处理要求如下：

- a) 对获取的高分卫星数据开展辐射定标、几何校正和大气校正等预处理。首先进行辐射定标，将各波段的原始数字量化值（DN 值）转换为表观辐亮度，并可进一步计算大气层顶表观反射率。随后开展几何校正，采用 RPC 区域网平差模型修正 RPC 参数，结合数字高程模型（DEM）和地面控制点进行正射校正，确保卫星影像平地、丘陵地的大地坐标误差 $\leq 1$  个像元，山地、高山地的大地坐标误差 $\leq 2$  个像元。最后，采用 6S 大气辐射传输模型对辐射、几何校正后数据进行大气校正，最终输出地表反射率产品。辐射定标、几何校正和大气校正以及预处理质量检查按照 NY/T 3526 的规定执行；
- b) 对预处理后的全色和多光谱影像进行数据融合，本标准推荐格拉姆-施密特全色锐化（Gram-Schmidt Pan Sharpening）或最近邻扩散全色锐化（NNDiffuse Pan Sharpening）等数据融合方法，方法原理参见附录 B；
- c) 将融合后的影像按照监测区域的范围进行掩膜、镶嵌或裁切处理。

### 7.2.2 其他数据处理

其他数据处理包括：

- a) 对获取的监测区域行政区划矢量数据或监测区域边界进行坐标系统与投影转换，确保与使用的卫星影像的坐标系完全一致；
- b) 对获取的监测区域数字高程模型（DEM）进行坐标系统与分辨率重采样；
- c) 对获取气象参数数据进行筛选和空间插值；
- d) 对监测区域作物设施栽培用地遥感监测历史成果数据进行坐标系统与属性字段规范化。

## 8 作物设施栽培用地地面调查

### 8.1 地面调查样方布设

地面样方布设的要求如下：

- a) 地面调查时间与作物设施栽培用地监测时间应处于同一生产季；
- b) 样方数量参照附录 C 的统计学公式计算，并结合现实资源约束，综合确定整个监测区域需要的总样方数量。省级及以下单元样方数量应不少于 30 个，省级以上单元样方数量可累加获取；
- c) 将监测区域划分为相同大小的网格，利用监测区域作物设施栽培用地遥感监测历史成果数据或者基于高分卫星数据的作物设施栽培用地粗分类结果，计算每个网格内作物设施栽培用地面积占比。以每个网格内作物设施栽培用地面积占比为依据，进行等间距分层，然后根据每个层在总体中的比例来和总样方数量确定各层的抽样量，计算每个网格的几何中心点，若中心点落在设施用地范围内，直接将该中心点作为样方中心位置，若中心点为非作物设施栽培用地，选择网格内距离中心点最近的作物设施栽培用地地块中心作为样方中心位置；
- d) 样方大小应根据监测区域设施栽培类型和规模确定，其保证容纳至少一个完整的设施单元，日光温室和连栋温室样方大小宜不小于 50 m×50 m，塑料大棚和小型拱棚等样方大小宜不小于 30 m×30 m。

## 8.2 地面信息采集

地面信息采集的要求如下：

- a) 应采用优于米级的 GNSS 设备获取观测点位置信息，每次测量应重复 3 次，应以 3 次测量均值作为该次测量结果；
- b) 应同步拍摄地物照片作为档案保存；
- c) 采集样方内与作物设施栽培用地光谱相似的建筑物、硬质路面、厂房仓库、裸土等地物的信息；
- d) 应记载调查时间、地理坐标、地形、调查人等信息，详见附录 D 作物设施栽培用地地面调查表。

## 9 作物设施栽培用地遥感监测

### 9.1 样本数据获取

样本数据获取的要求如下：

- a) 基于地面调查样方数据，结合同期的高空间分辨率卫星遥感影像，分析不同地物的色调、光谱、纹理、形状等特征，建立目视解译标志库，采用人工目视判读的方式勾绘地物边界，以此获取样本数据；
- b) 将，样本类型分为作物设施栽培用地和其他两类，其他类型包括建筑物、道路、水体、林地、草地、农作物等地物；
- c) 样本在空间上宜均匀且随机分布，样本数量应满足统计学的基本要求，并且作物设施栽培用地和其他类型的样本数量均不少于 30 个，比例接近 1:1；
- d) 将获取的样本宜按 7:3 的比例随机划分为训练样本集和验证样本集。

### 9.2 作物设施栽培用地空间信息提取

9.2.1 构建特征集，包括影像的原始波段反射率、NDVI（归一化植被指数）、EVI（增强植被指数）等光谱特征，以及基于灰度共生矩阵（GLCM）计算的熵、均值、方差、同质性、相关性等纹理指标。

9.2.2 选择最大似然分类（MLC）、支持向量机（SVM）或随机森林（RF）等机器学习算法作为分类方法，利用特征集数据和训练样本对分类模型进行训练及关键参数调优。

9.2.3 将训练好的分类模型应用于整个监测区域，得到该区域作物设施栽培用地的遥感初步分类结果。

### 9.3 分类后处理

9.3.1 将作物设施栽培用地遥感初步分类结果与遥感影像底图及地面调查数据叠加，结合作物设施栽培用地的解译标志，进行全图人工目视检查，对错分、漏分结果直接进行目视判读修改分类边界或补充标注。

9.3.2 将人工目视修正后的多幅卫星影像分类结果进行空间拼接，并消除拼接线两侧分类结果的差异和错误，形成完整监测区域的分类结果。

## 10 监测结果精度验证

基于验证样本采用混淆矩阵中的总体精度(Overall Accuracy, OA)、Kappa 系数(Kappa Coefficient)、用户精度(User's Accuracy, UA)和生产者精度(Producer's Accuracy, PA)，作为作物设施栽培用地遥感分类结果精度验证指标，具体计算公式如公式(1)、(2)、(3)、(4)所示。总体精度要求达到 90%以上，Kappa 系数要求达到 0.85，作物设施栽培用地的用户精度和生产者精度要求达到 85%以上。

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ii}}{p} \quad (1)$$

$$Kappa = \frac{N \sum_{i=1}^n p_{ii} - \sum_{i=1}^n (R_i \times C_i)}{N^2 - \sum_{i=1}^n (R_i \times C_i)} \quad (2)$$

$$UA_i = \frac{p_{ii}}{C_i} \quad (3)$$

$$PA_i = \frac{p_{ii}}{R_i} \quad (4)$$

式中：

OA——总体精度；

n——类别的数量；

p——样本数量；

$p_{ii}$ ——遥感分类为 i 类而实测类别也为 i 类的样本数量；

Kappa——Kappa 系数；

$UA_i$ ——用户精度；

$PA_i$ ——生产者精度；

$C_i$ ——遥感分类为 i 类的样本数量

$R_i$ ——实测类别为 i 类的样本数量。

## 11 结果统计和专题图制作

### 11.1 作物设施栽培用地面积量算和统计

基于作物设施栽培用地遥感分类结果，采用 GIS 软件对监测区域作物设施栽培用地进行面积量算，并根据监测要求按照行政单元或其他地理单元统计作物设施栽培用地面积。依据监测要求，如果需要扣除面积的线状地物类型（如道路、沟渠等），可采用抽样的方式确定该类线状地物的扣除系数，根据扣除系数计算作物设施栽培用地的实际面积。

### 11.2 监测专题图制作

专题图的制作要求如下：

- a) 制图要素应包括图名、图例、比例尺、指北针、作物设施栽培用地空间分布、行政区划地理信息等；
- b) 制图模板、符号配置、配色和地图整饰等地图要素以及专题图输出应按 NY/T 4150 制作完成。

附 录 A  
(资料性)  
高分卫星主要参数

GF-1/PMS、GF-2/PMS、GF-6/PMS 和 GFDM/PMS 等主要参数如表 A.1 所示。

表 A.1 GF-1/PMS、GF-2/PMS、GF-6/PMS 和 GFDM/PMS 等主要参数表

卫星	波段名称	波段范围 (nm)	分辨率 (m)
GF-1/PMS	全色	500-800	2
	蓝	450-520	8
	绿	520-590	
	红	630-690	
	近红外	770-890	
GF-2/PMS	全色	450-900	0.8
	蓝	450-520	3.2
	绿	520-600	
	红	630-690	
	近红外	770-890	
GF-6/PMS	全色	450-900	2
	蓝	450-520	8
	绿	520-600	
	红	630-690	
	近红外	770-890	
GFDM	全色	450-900	0.42
	蓝	450-520	1.68
	绿	520-590	
	红	630-690	
	近红外 1	770-890	
	海岸蓝	400-450	
	黄	590-625	
	红边	705-745	
	近红外 2	860-1040	

## 附录 B

### （资料性）

### 数据融合方法介绍

格拉姆-施密特全色锐化（Gram-Schmidt Pan Sharpening）原理：

格拉姆-施密特全色锐化方法的核心，在于通过线性正交变换实现高光谱信息与高空间细节的精准融合。从原理上看，该方法以“消除冗余、分离特征、注入细节”为核心：首先，基于低空间分辨率的多光谱影像，模拟出一个与全色影像光谱响应相近的“伪全色波段”，作为变换基准；继而，将该伪全色波段作为 Gram-Schmidt 正交变换的第一分量，对多光谱影像进行正交化处理——此举将原本相关的多光谱波段转换为一系列互不相关的正交分量，既能有效消除波段间的冗余信息，又可保持原始光谱特征；随后，将高空间分辨率的真实全色影像经直方图匹配后，替换正交变换后的第一分量，从而实现高空间细节的精准注入；最后，对替换后的分量执行 Gram-Schmidt 逆变换，重建出同时具备高光谱保真度与高空间分辨率的融合影像。该方法能彻底消除冗余信息，通过正交变换解除波段间相关性，避免融合结果中出现信息重叠或干扰。另外，该方法兼具优异的光谱与空间性能，既通过分量替换机制完整保留了高分辨率空间细节，又借助正交逆变换最大限度还原光谱特性，显著降低光谱失真，尤其适用于对光谱精度和空间细节均要求较高的遥感应用场景。

最近邻扩散全色锐化（NNDiffuse Pan Sharpening）原理：

最近邻扩散全色锐化融合算法基于最近邻扩散原理，通过精准计算光谱贡献量实现全色与多光谱影像的高质量融合。该算法首先对高分辨率全色影像进行降采样，使其分辨率与多光谱影像一致，以消除尺度差异；随后，对降采样全色影像与多光谱影像中相同位置的像素进行线性回归，计算出各波段对全色影像的光谱贡献量  $T$ （即权重向量）；最后，利用  $T$  对多光谱影像进行光谱规范化校正，在高度保持原始光谱特征的同时融入全色影像的空间细节，从而生成高分辨率融合结果。该算法具有运算效率高、光谱保真效果好和波段适应性强三大优势：其核心降采样与回归计算简洁高效，无需复杂迭代；通过线性回归和权重规范化最大限度减少色彩失真；同时适用于任意数量的多光谱波段，通用性良好。需要注意的是，算法要求全色与多光谱影像的空间分辨率呈整数倍关系，否则需先进行重采样预处理。

附 录 C  
(资料性)  
样方数量统计学计算公式

样方数量统计学计算公式如C.1:

$$n = \frac{Z^2 \times \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2}{E^2} \tag{C.1}$$

- $n$ ——样方数量;
- $Z$ ——置信水平对应的Z值;
- $E$ ——允许误差;
- $N$ ——监测区域划分的网格总数量;
- $i$ ——网格的序号 (从1到N);
- $P_i$ ——第*i*个网格的设施栽培用地面积占比;
- $\bar{P}$  ——所有N个网格设施用地占比的算术平均值。

附 录 D  
(资料性)  
作物设施栽培用地地面调查表

作物设施栽培用地地面调查表见表D.1。

表 D. 1 作物设施栽培用地地面调查表

样方编号	调查日期 <sup>a</sup>	地理位置 <sup>b</sup>	经度 (°)	纬度 (°)	地形	地物类 型	作物设施栽 培类型	作物 类型	照片 <sup>c</sup>	备 注
样方 1										
样方 2										
...										
<p><sup>a</sup>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。</p> <p><sup>b</sup>地理位置细化到行政村。</p> <p><sup>c</sup>照片选填拍照朝向，朝北、朝南、朝东、朝西。</p>										



## 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 30115-2013 卫星遥感影像植被指数产品规范
  - [4] GB/T 41867-2022 信息技术 人工智能 术语
  - [5] NY/T 3527-2019 农作物种植面积遥感监测规范
  - [6] NY/T 3922-2021 中分辨率卫星主要农作物长势遥感监测技术规范
  - [7] NY/T 4314-2023 设施农业用地遥感监测技术规范
-