

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 3922—2021

中高分辨率卫星主要农作物长势 遥感监测技术规范

Technical specification for the main crop growth monitoring based on remote
sensing satellites with medium and high spatial resolution

2021-05-07 发布

2021-11-01 实施



中华人民共和国农业农村部 发布



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。

本文件由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、刘佳、姚艳敏、滕飞、高建孟、杨玲波、高懋芳、姚保民。

中分辨率卫星主要农作物长势遥感监测技术规范

1 范围

本文件规定了基于中分辨率卫星数据开展主要农作物长势遥感监测的技术规范,包括术语和定义、流程、技术方法、精度验证及成果报告编写的基本要求。

本文件适用于采用空间分辨率不低于 30 m 的中分辨率卫星数据开展小麦、玉米、水稻等主要农作物长势遥感监测业务工作。

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—2009 摄影测量与遥感术语

GB/T 16820—2009 地图学术语

GB/T 20257(所有部分) 国家基本比例尺地图图式

GB/T 30115—2013 卫星遥感影像植被指数产品规范

GB/T 32453—2015 卫星对地观测数据产品分类分级规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农作物长势 *crop growth trend*

农作物生长的旺盛程度及趋势。

注 1:农作物长势是对农作物生长过程状态描述的阶段性指标。

注 2:农作物个体生长过程状态可以采用植株高度、茎秆直径、叶片颜色、生长速度等特征描述;农作物群体生长过程状态可以采用覆盖度、绿度、单位面积植株数量、叶面积指数等特征描述。

3.2

农作物生育时期 *crop growth stages*

农作物生长过程中,外部形态呈现显著变化的若干阶段。

注:每种农作物生育时期都包括多个阶段,如冬小麦包括出苗期、分蘖期、越冬期、返青期、拔节期、抽穗期、开花期和成熟期等。

3.3

农作物覆盖度 *crop coverage*

单位面积内农作物地上部分垂直投影面积占地表面积的比例。

3.4

农作物绿度 *crop greenness*

农作物植株绿色程度,与植株叶绿素含量密切相关。

3.5

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、揭示几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。

[来源:GB/T 14950—2009,3.1]

3.6

像元 pixel

数字影像的基本单元。

[来源:GB/T 14950—2009,4.67,有修改]

3.7

空间分辨率 spatial resolution

遥感影像上一个像元能代表地面单元的大小。

3.8

阿尔伯斯投影 Albers projection

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]

3.9

高斯-克吕格投影 Gauss-Krueger projection

横轴等角切圆柱投影。

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]

3.10

几何校正 geometric correction

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及不同遥感影像间的几何配准校正等工作。

[来源:GB/T 32453—2015,3.19]

3.11

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]

3.12

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]

3.13

植被指数 vegetation index; VI

一种利用多光谱遥感影像不同谱段数据的线性或非线性组合而形成的能反映绿色植物生长状况和分布的特征指数。

[来源:GB/T 14950—2009,5.201]

3.14

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波段反射率之差与二者之和的比值。

3.15

多时相影像 multi-temporal image

指不同时间获取的同一地区的影像。

[来源:GB/T 14950—2009,6.50]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CGCS:国家大地坐标系(China Geodetic Coordinate System)

GPS:全球卫星定位系统(Global Positioning System)

NDVI:归一化差值植被指数(Normalized Difference Vegetation Index)

RMSE:均方根误差(Root Mean Square Error)

5 基本规定

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。

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-克吕格投影。

5.2 分幅和编号

中高分辨率卫星农作物长势遥感监测专题图适用比例尺宜为国家基本比例尺 1:500~1:1 000 000 范围,在分幅及编号时按 GB/T 13989 的规定执行。

5.3 监测时间

农作物长势遥感监测时间宜从出苗后 10 d 开始,收获前 10 d 结束。

6 监测流程

农作物长势遥感监测流程包括数据获取与预处理、农作物长势地面调查、农作物长势遥感监测、专题监测图制作与监测报告编写等,见图 1。

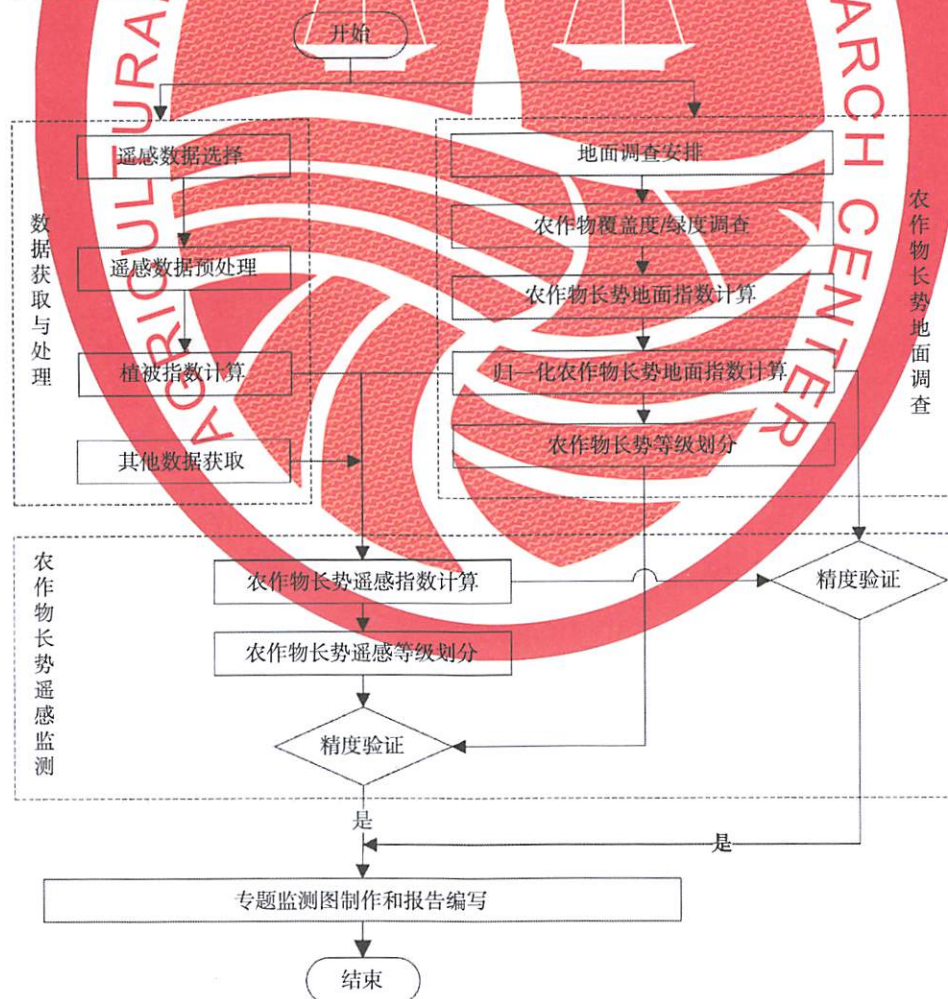


图 1 农作物长势遥感监测流程

7 数据获取与处理

7.1 遥感数据

7.1.1 遥感数据选择

遥感数据的选择要求如下：

- 应收集监测区域、监测时间内覆盖目标农作物的有效遥感数据。
- 卫星传感器应至少具有 620 nm~760 nm 红波段和 760 nm~1 040 nm 近红外波段。
- 卫星影像数据空间分辨率应不低于 30 m, 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。
- 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%。可通过邻近多时相影像合成晴空影像数据, 多时相影像应处于农作物同一生育时期内。

7.1.2 遥感数据预处理

遥感数据预处理如下：

- 根据传感器参数对遥感影像进行辐射定标和大气校正, 获得影像的地表反射率数据。
- 影像应进行几何校正, 校正后的卫星影像平地、丘陵地的平面坐标误差不应大于 1 个像元, 山地的平面坐标误差不应大于 2 个像元。
- 影像应按照监测区范围、农作物种植区空间分布图或耕地分布图进行剪裁和掩膜处理。

7.1.3 植被指数计算

影像植被指数采用归一化差值植被指数(NDVI), 按公式(1)计算。植被指数计算与合成应按 GB/T 30115—2013 的规定执行。

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

式中：

R_{nir} ——近红外波段反射率；

R_{red} ——红波段反射率。

7.2 其他数据

其他数据至少应包括：

- 农作物种植区空间分布图或耕地分布图, 比例尺宜优于遥感影像成图比例尺；
- 行政区划图；
- 农作物不同生育时期资料。

8 农作物长势地面调查

8.1 地面调查安排

8.1.1 调查时间

应与农作物长势遥感影像拍摄时间基本一致, 前后日期相差不应大于 2 d。

8.1.2 调查点布设

调查点布设基本要求如下：

- 应综合反映农作物长势差异性, 应覆盖好、较好、正常、较差、差的长势等级序列。
- 应离村庄或建筑物 100 m 以上, 宜选择比较平整和规则的地块, 记录 GPS 坐标信息。
- 数量应具有代表性和统计意义, 应不少于 30 个调查点。选点可采用前期 NDVI 数据辅助分层抽样方式, 将 NDVI 数值范围划分为 10 层, 每层选择不应少于 3 个调查点。当监测范围较大时, 可适当增加调查点数量。
- 各调查点地块覆盖范围应大于 3 个×3 个像元, 地块内仅包括目标农作物类型, 长势基本一致。在调查点地块覆盖范围中心应设置至少 1 个 1 m×1 m 的样方作为观测点。

8.2 农作物覆盖度调查

8.2.1 近地面观测

农作物覆盖度可采用无人机近地面拍照或者相机垂直拍照方式获取。采用无人机近地面拍照时,影像空间分辨率宜优于 10 cm,几何校正定位精度宜优于 10 cm;采用相机垂直拍照时,相机应高于农作物冠层 1.5 m 以上。影像或照片中 1 m²样方农作物覆盖面积占比,可采用计算机自动分类结合目视修正方式。调查样方农作物覆盖度可按公式(2)计算,计算结果填入附录 A 的表 A.1。

$$CI = A_{crop} / A_{total} \dots\dots\dots (2)$$

式中:
CI —— 农作物覆盖度,值域范围为 0~1;
A_{crop} —— 调查样方农作物地上部分的垂直投影面积;
A_{total} —— 调查样方地面总面积。

8.2.2 目视估测

采用目视估测方法调查农作物覆盖度时,应参考表 1 的定性分级及对应量化值估测农作物覆盖度,并将调查结果填入表 A.1。

表 1 基于目视方法估测农作物覆盖度的定性分级及量化参考值

覆盖度分级	稀疏	较稀	中等	较密	茂密
覆盖度	0~0.20	0.21~0.40	0.41~0.60	0.61~0.80	0.81~1.00

8.3 农作物绿度调查

8.3.1 叶绿素测量仪调查

应先采用比色法标定测量仪,或由测量仪制造商提供标定曲线。宜在晴朗天气,选择样方内作物冠层中上部 3 片正常叶片,每片叶片不同部位测量 3 次,取 9 次测量平均值作为该调查点的叶绿素测量值。按照公式(3)对同期调查的叶绿素测量值归一化计算为绿度值,并将计算结果填入表 A.1。

$$GI_i = \frac{CH_i - CH_{min}}{CH_{max} - CH_{min}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:
GI_i —— 第 i 个调查点的农作物绿度,值域范围为 0~1;
CH_i —— 第 i 个调查点叶绿素测量值;
CH_{max} —— 全部调查点最大叶绿素测量值;
CH_{min} —— 全部调查点最小叶绿素测量值。

8.3.2 目视估测

采用目视估测方法调查农作物绿度时,应参考表 2 的定性分级及对应量化值估测农作物绿度,并将调查结果填入表 A.1。

表 2 基于目视方法估测农作物绿度的定性分级及量化参考值

绿度分级	绿黄	黄绿	浅绿	绿	深绿
绿度	0~0.20	0.21~0.40	0.41~0.60	0.61~0.80	0.81~1.00

8.4 农作物长势地面指数计算

农作物长势地面指数(CGI_g)应根据地面调查点农作物覆盖度和绿度数据,按公式(4)计算。

$$CGI_g = \sqrt{CI \times GI} \dots\dots\dots (4)$$

式中:
CGI_g —— 农作物长势地面指数,值域范围 0~1;
CI —— 农作物覆盖度,值域范围为 0~1;
GI —— 农作物绿度,值域范围为 0~1。

8.5 归一化农作物长势地面指数计算

归一化农作物长势地面指数(NCGI_g)应按照公式(5)计算。

$$NCGI_g = (CGI_g - CGI_{min}) / (CGI_{max} - CGI_{min}) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $NCGI_g$ —— 归一化农作物长势地面指数, 值域范围为 0~1;
- CGI_g —— 农作物长势地面指数;
- CGI_{max} —— 农作物长势地面指数最大值, 可根据历史观测值获取;
- CGI_{min} —— 农作物长势地面指数最小值, 可根据历史观测值获取。

8.6 农作物长势等级划分

根据归一化农作物长势地面指数计算结果, 参考表 3 确定农作物长势等级。农作物长势等级可根据不同监测区域的实际情况调整。

表 3 农作物长势等级划分

农作物长势等级	好(1级)	较好(2级)	正常(3级)	较差(4级)	差(5级)
指数区间	0.81~1.00	0.61~0.80	0.41~0.60	0.21~0.40	0.0~0.20

9 农作物长势遥感监测

9.1 农作物长势遥感指数计算

对监测区域 NDVI 数据, 按照公式(6)计算农作物长势遥感指数, 获得农作物长势遥感指数空间分布图。

$$CGI_r = a + b \times NDVI \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- CGI_r —— 农作物长势遥感指数, 值域范围 0~1;
- $NDVI$ —— 归一化差值植被指数, 值域范围 0~1;
- a, b —— 系数。通过地面调查点的归一化农作物长势地面指数($NCGI_g$)与相同位置的 NDVI 数据拟合获取。

注: 针对相同地区、相近时相、相同作物类型, a, b 系数可采用历史数据拟合值。

9.2 农作物长势遥感等级划分

根据农作物长势遥感指数的计算结果, 参考表 3 划分农作物长势遥感等级, 绘制农作物长势遥感等级分布图。

9.3 精度验证

精度验证可根据农作物长势遥感监测结果, 采用 a) 或 b) 两种方法确定。

- a) 采用长势指数精度验证时, 宜根据公式(7)计算归一化农作物长势地面指数($NCGI_g$)与农作物长势遥感指数(CGI_r)的均方根误差(RMSE)。RMSE 不超过 0.15 为合格。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (NCGI_{g_i} - CGI_{r_i})^2} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- n —— 精度验证点数量;
- i —— 第 i 个验证点;
- $NCGI_{g_i}$ —— 第 i 验证点的归一化农作物长势地面指数;
- CGI_{r_i} —— 第 i 验证点的农作物长势遥感指数。

- b) 采用长势等级精度验证方法时, 应分别统计地面调查点的农作物长势等级与对应农作物长势遥感等级一致的像元数, 根据公式(8)计算准确率。准确率不小于 85% 为合格。

$$OA = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}{A_t} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- OA —— 准确率;

$A_1 \sim A_5$ ——地面调查的农作物长势等级与对应农作物长势遥感等级一致的像元个数,下标表示对应的长势等级(见表3);

A_i ——农作物长势调查点总像元数。

10 专题监测图和监测报告编写

10.1 专题监测图

农作物长势遥感监测专题图要素应包括图名、图例、比例尺、长势等级、行政区划地理信息等。基本地图要素制作方式应按 GB/T 20257 的规定确定。

10.2 监测报告

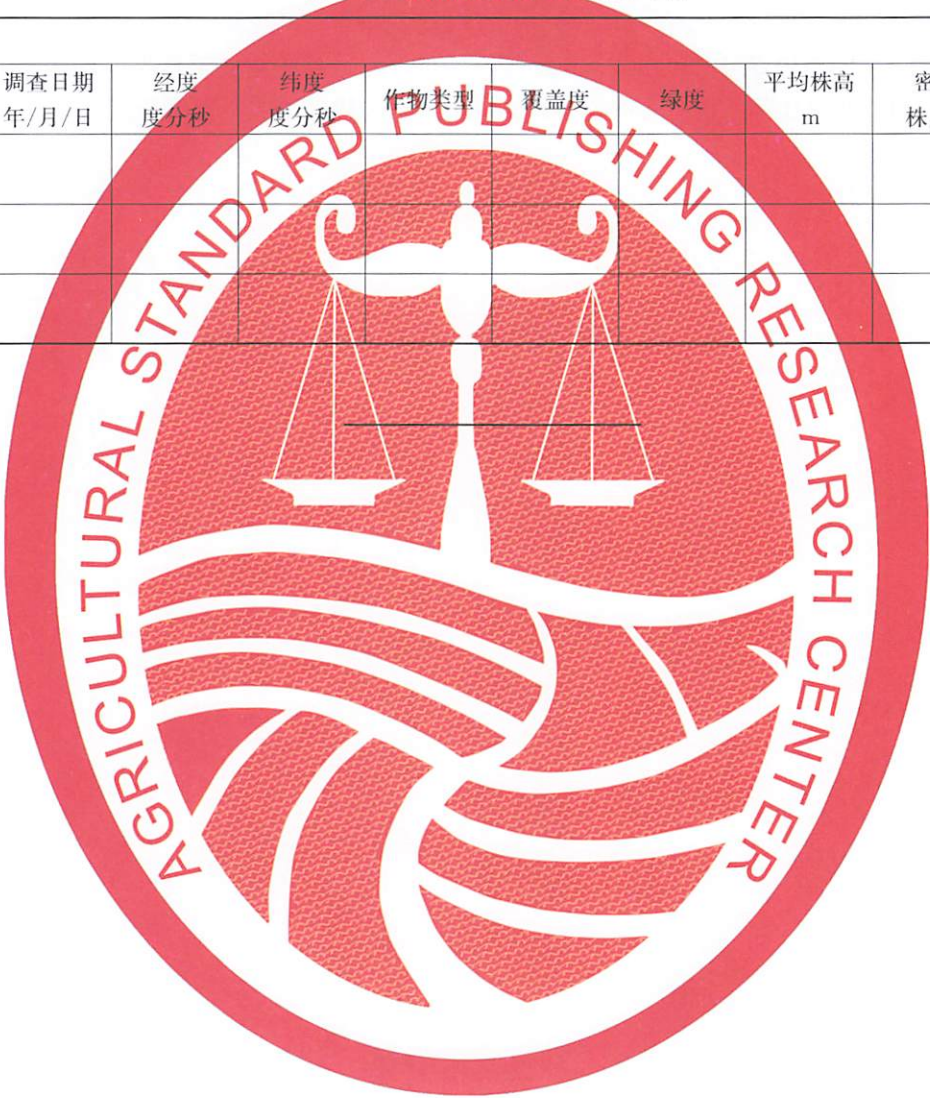
农作物长势遥感监测报告内容应包括描述长势监测时间范围、卫星及其传感器,并按农作物类型分析长势等级及其比例、不同长势等级的面积及其比例等有关信息。统计表格应包括根据遥感监测结果获取长势分布范围、等级面积及比例等信息。图片信息应包括说明长势信息的照片信息。

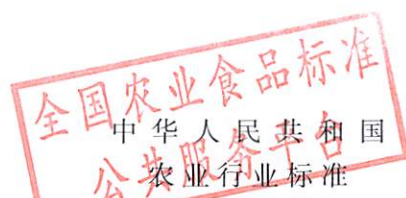
附录 A
(规范性)
农作物长势地面调查表

农作物长势地面调查表样式见表 A.1。

表 A.1 农作物长势地面调查表

调查地点									
调查样方	调查日期 年/月/日	经度 度分秒	纬度 度分秒	作物类型	覆盖度	绿度	平均株高 m	密度 株/m ²	备注
样方 1									
样方 2									
...									





中高分辨率卫星主要农作物长势遥感监测技术规范

NY/T 3922—2021

* * *

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街18号楼)

(邮政编码:100125 网址:www.caap.com.cn)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

* * *

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 1 字数 20 千字

2021 年 10 月第 1 版 2021 年 10 月北京第 1 次印刷

书号: 16109·8705

定价: 32.00 元

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 59194261



NY/T 3922—2021