

中华人民共和国农业行业标准

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

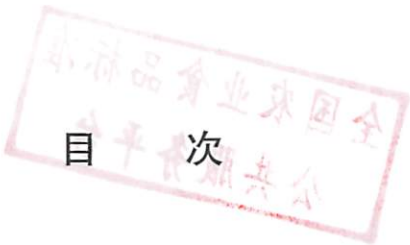
Technical specification for the main crop yield monitoring based on remote
sensing satellites with medium and high spatial resolution

2021-12-15 发布

2022-06-01 实施



中华人民共和国农业农村部 发布



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 3

8 农作物地面样方产量测定 5

9 模型构建与产量遥感监测 5

10 监测结果精度验证 5

11 监测专题图制作和监测报告编写 6

附录 A(资料性) 小麦、玉米和水稻生育时期 7



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：刘佳、王利民、滕飞、高建孟、姚保民、杨玲波。

中分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范

1 范围

本文件规定了基于中分辨率卫星影像数据开展主要农作物产量遥感监测的基本要求、监测流程、数据获取与处理、农作物地面样方产量测定、模型构建与产量遥感监测、监测结果精度验证、监测专题图制作和监测报告编写等内容。

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

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 1350 稻谷
GB 1351 小麦
GB 1353 玉米
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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农作物产量 crop yield

栽培目的产品的单位面积收获量。

注:单位为 kg/hm²。

3.2

农作物生育时期 crop growth stage

农作物生长过程中,外部形态呈现显著变化的若干阶段。

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

3.3

农作物物候期 crop phenological stage

农作物一生中外部形态发生一系列变化,根据这些变化表现出的特征,按一定标准划分生长发育进程的时间点。

3.4

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]

3.5

像元 pixel

数字影像的基本单元。

[来源:GB/T 14950—2009,4.67,有修改]

3.6

空间分辨率 spatial resolution

在遥感影像上,一个像元能代表地面单元的大小。

3.7

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]

3.8

高斯-克吕格投影 Gauss-Krüger projection

一种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]

3.9

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

一种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2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]

3.10

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器影像间的配准。

[来源:GB/T 32453—2015,3.19,有修改]

3.11

辐射定标 radiometric calibration

根据遥感器定标方程和定标系数,将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,定义3.7,有修改]

3.12

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引起的辐射畸变。

[来源:GB/T 14950—2009,5.191,有修改]

3.13

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,有修改]

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

不同时间获取的同一地区的影像。

[来源:GB/T 14950—2009,6.50,有修改]

3.16

中分辨率卫星影像 **medium and high spatial resolution satellite image**
空间分辨率不低于 30 m 的光学卫星影像。

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)

GNSS:全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite 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)

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

5.1.1 大地基准应采用 2000 国家大地坐标系(CGCS 2000)。

5.1.2 高程基准应采用 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-克吕格投影或 UTM 投影。

5.2 分幅和编号

中分辨率卫星农作物产量遥感监测专题图适用比例尺宜采用国家基本比例尺 1 : 1 000 000 ~ 1 : 500,分幅及编号应按 GB/T 13989 的规定执行。

5.3 监测时间

监测时间应根据农作物物候期、当地农事等因素,采用农作物产量遥感监测的最佳时相。小麦选择抽穗期至乳熟期;玉米选择抽雄期至乳熟期;水稻选择抽穗期至乳熟期。小麦、玉米和水稻生育时期可参照附录 A 的表 A.1。

6 监测流程

监测流程宜包括数据获取与处理、农作物地面样方产量测定、模型构建与产量遥感监测、监测结果精度验证、监测专题图制作和监测报告编写等步骤,可参照图 1。

7 数据获取与处理

7.1 遥感数据

7.1.1 遥感数据选择

遥感数据选择应符合下列要求:

- a) 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;
- b) 卫星传感器至少具有红波段和近红外波段;
- c) 卫星影像数据空间分辨率不低于 30 m,影像数据图面清晰,无数据丢失,无明显条纹、点状和块状噪声,无严重畸变;
- d) 云或浓雾覆盖面积占影像总面积比例不超过 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

遥感数据预处理应符合下列规定:

- a) 遥感影像辐射定标和大气校正根据传感器参数获得影像地表反射率数据;

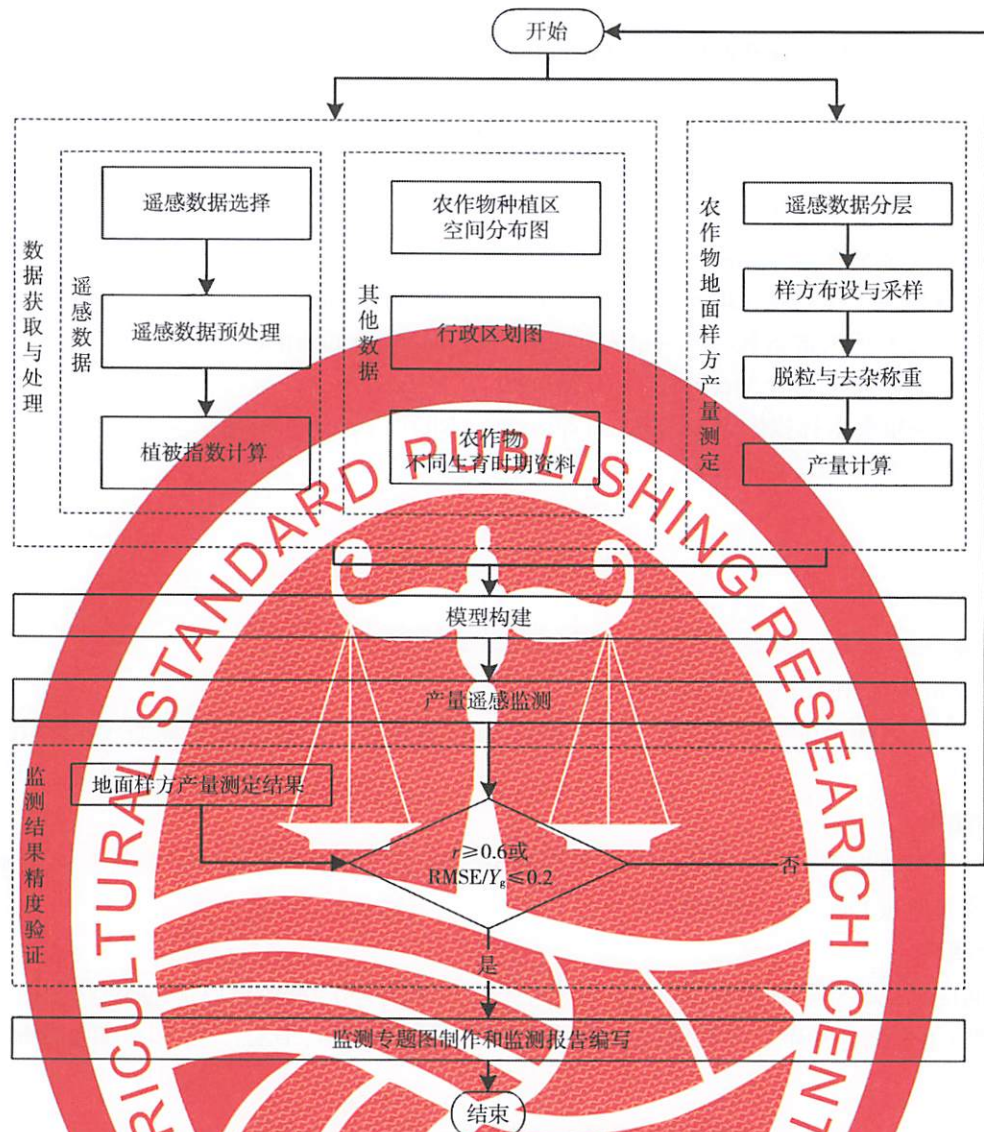


图1 农作物产量遥感监测处理流程图

- b) 影像进行几何校正,校正后的卫星影像平地、丘陵地的平面坐标误差不大于1个像元,山地的平面坐标误差不大于2个像元;
- c) 影像剪裁和掩膜处理根据监测区范围、农作物种植区空间分布图确定。

7.1.3 植被指数计算

影像植被指数应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 的规定执行。

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

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

其他数据应包括下列内容:

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

8 农作物地面样方产量测定

8.1 产量测定时间

产量测定时间应安排在农作物成(完)熟期。

8.2 样方布设

样方布设应符合下列要求：

- a) 样方位置可参照农作物灌浆至乳熟期长势确定,样方数量应具有代表性和统计意义,不应少于50个样方。选点可采用灌浆至乳熟期NDVI数据辅助分层抽样方式,NDVI数值宜划分为10层,每层选择不应少于5个样方。当监测范围较大时,样方数量可适当增加。
- b) 样方应离村庄或建筑物100 m以上,选择比较平整和规则的地块,记录GNSS坐标信息。
- c) 样方地块覆盖范围应大于 3×3 个像元,地块内应仅包括目标农作物类型,长势基本一致。

8.3 产量测定

在每个样方内至少布设1个取样点,以取样点的产量数据平均值作为样方产量。取样点内农作物产量数据采用地面实测方式获取,小麦、水稻宜取 1 m^2 ;玉米宜取4行并且每行取5 m,或者取 12 m^2 。按GB 1351、GB 1353、GB 1350的规定,小麦、玉米、水稻应脱粒、去除杂质后称重的同时,测定籽粒含水量,计算标准含水量籽粒产量,然后计算样方内全部取样点平均产量作为样方内农作物产量。

9 模型构建与产量遥感监测

9.1 模型构建

9.1.1 数据集建立

应按3:2的比例随机划分为训练样方和验证样方数据集。产量遥感监测可在像元尺度也可在地块尺度开展。

9.1.2 回归关系式构建

样方地面实测农作物产量与植被指数之间的回归关系应基于训练样方数据集建立。地面实测农作物产量应为样方尺度上的单位面积产量,植被指数应为样方内全部像元NDVI的均值。关系式应采用线性回归获取,应通过最小二乘法获取线性拟合的斜率和截距。

9.2 产量遥感监测

农作物产量遥感监测应按公式(2)计算,并应获得监测区域遥感监测农作物产量空间分布图。

$$Y_r = a \times \text{NDVI} + b \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Y_r —— 遥感监测农作物产量的数值,单位为千克每公顷(kg/hm^2);

NDVI —— 像元尺度归一化差值植被指数,NDVI可采用单期数据,也可采用相近数期数据的均值;

a 、 b —— 分别为斜率和截距,产量遥感监测模型构建中拟合获得。

注:相同地区、相同时相、相同农作物类型, a 、 b 系数可采用历史数据拟合值。

10 监测结果精度验证

精度验证应根据农作物产量遥感监测结果,采用下列方式之一确定。精度验证不合格的,应检查每个环节,纠正错误,直至满足精度要求,或采用其他监测方法。

- a) 利用验证样方数据,根据公式(3)计算地面实测农作物产量(Y_g)与遥感监测农作物产量(Y_r)间的皮尔逊相关系数 r 。 $r \geq 0.6$ 作为合格标准。

$$r = \frac{\text{cov}(Y_g, Y_r)}{\sigma_{Y_g} \sigma_{Y_r}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

r —— 皮尔逊相关系数;

$\text{cov}(Y_g, Y_r)$ ——地面实测农作物产量与遥感监测农作物产量的协方差；

σ_{Y_g} ——地面实测农作物产量的标准差；

σ_{Y_r} ——遥感监测农作物产量的标准差。

- b) 根据公式(4)计算地面实测农作物产量(Y_g)与遥感监测农作物产量(Y_r)的均方根误差(RMSE)。

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (Y_{gi} - Y_{ri})^2} \dots\dots\dots (4)$$

RMSE 应通过除以均值的方法消除验证数据数量级对均方根误差的影响。根据公式(5)计算得到 $\text{RMSE}/\bar{Y}_g$ 并以 $\text{RMSE}/\bar{Y}_g$ 不超过 0.20 作为合格标准。

$$\frac{\text{RMSE}}{\bar{Y}_g} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (Y_{gi} - Y_{ri})^2}}{(\sum_{i=1}^n Y_{gi})/n} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

n ——验证样方数量；

i ——第 i 个验证点；

$\bar{Y}_g$ ——地面实测农作物产量均值。

11 监测专题图制作和监测报告编写

11.1 监测专题图

农作物产量遥感监测专题图要素应包括图名、图例、比例尺、产量等级、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。

11.2 监测报告

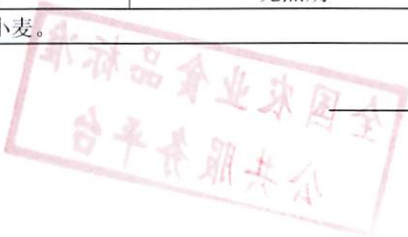
农作物产量遥感监测报告内容应包括卫星及传感器、监测时间和遥感监测结果信息。监测结果形式宜采用统计表格和图片等,统计表格应包括农作物产量、农作物产量监测精度评价等信息。图片应包括收获时样方实景、单株农作物照片和农作物冠层照片等。

附录 A
(资料性)
小麦、玉米和水稻生育时期

小麦、玉米和水稻生育时期见表 A.1

表 A.1 小麦、玉米和水稻生育时期

序号	小麦	玉米	水稻
1	出苗期	出苗期	幼苗期
2	分蘖期	三叶期	分蘖期
3	越冬期 ^a	拔节期	拔节期
4	返青期 ^a	小喇叭口期	孕穗期
5	起身期	大喇叭口期	抽穗期
6	拔节期	抽雄期	开花期
7	孕穗期(挑旗期)	开花期	乳熟期
8	抽穗期	吐丝期	蜡熟期
9	开花期	灌浆始期	完熟期
10	灌浆期	乳熟期	
11	乳熟期	蜡熟期	
12	蜡熟期	完熟期	
13	完熟期		
^a 指冬小麦。			





中华人民共和国
农业行业标准

中分辨率卫星主要农作物产量遥感监测技术规范

NY/T 4065—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.ccap.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 0.75 字数 15 千字

2022 年 4 月第 1 版 2022 年 4 月北京第 1 次印刷

书号: 16109 · 8913

定价: 24.00 元



NY/T 4065—2021

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 59194261