

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB 23/T XXXX—XXXX

遥感预测玉米产量技术规范

（征求意见稿）

起草单位：黑龙江省网络空间研究中心

联系人：李锐

电 话：13945670939

邮 箱：13945670939@139.com

2023 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

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。

本文件由中共黑龙江省委网络安全和信息化委员会办公室提出并归口。

本文件起草单位：黑龙江省网络空间研究中心、东北林业大学、大庆市迈亚微云科技有限公司、阳光农业相互保险公司、联通（黑龙江）产业互联网有限公司。

本文件主要起草人：谷俊涛、李超、肖鸿江、崔文星、景维鹏、于洋、孟奇、周莹、孙恕、吴琼、陈峰、李锐、杜宇芳、刘明鸽。

遥感预测玉米产量技术规范

1 范围

本文件规定了遥感预测玉米产量的应用环境条件、数据采集和预测过程。
本文件适用于黑龙江省玉米种植区。

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 15968—1995 遥感影像平面图制作规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

遥感 remote sensing

从远距离，不实际接触物体，通过对物体发出的电磁波的测量获得信息，进而综合运用物理原理、数学方法和地学规律进行分析研究的一门新兴探测科学技术。

3.2

遥感指数 remote sensing index

由遥感光谱不同波段反射率组合变换后形成的一种参数。

4 应用环境条件

4.1 玉米产量遥感预测应在晴朗、少云、风小的天气进行。

4.2 监测时间以北京时间 9:00 至 16:00 为宜。

5 数据采集

5.1 农学数据

5.1.1 数据取样

5.1.1.1 取样地块

选择有代表性、面积较大的地块(地块最小应为150亩，宜选择200亩以上的地块)。

5.1.1.2 取样点

离地块边界至少60m，能代表该地块的平均水平。

5.1.1.3 取样时期

分别在拔节期、抽雄期及成熟期进行连续3-4天生理生化参数调查。

5.1.2 测定方法

5.1.2.1 生育期判别

玉米生育期判别标准见表1。

表1 玉米生育期判别标准

玉米发育期	判别标准
播种	试验小区和大田播种日期保持一致，并记录实际播种日期。
出苗期	从芽鞘中露出第一片叶，长约3cm。
三叶期	从第二叶叶鞘中露出第三片叶，长约2cm。
七叶期	从第六叶叶鞘中露出第七片叶，长约2cm。
拔节期	玉米基部节间由扁平变圆，近地面用手可摸到圆而硬的茎节，节间长度约为3cm。
抽雄期	雄穗的顶部小穗从叶鞘中露出。
开花期	雄穗中上部花药露出散出花粉。
吐丝期	植株雌穗苞叶中露出花丝。
乳熟期	雌穗的花丝变成暗棕色或褐色，外层苞叶颜色变浅仍呈绿色，子粒形状已达到正常大小，果穗中下部的子粒充满较浓的白色浆液。
成熟期	表示80%以上植株外层苞叶变黄，花丝干枯，子粒硬化，呈现该品种固有的颜色，不易被指甲切开。

5.1.2.2 测定产量构成因素

单株结棒率、每棒平均粒数、百粒重。

5.1.2.3 取样方法

统一使用边长为5m-10m方形取样框，采用三点取样法，取框内玉米样后，标记编号，并装入网袋带回实验室测产。

5.1.2.4 测定产量方法

每个取样方在中间行收获连续50穗玉米，计算该样方的最终产量。每个样方随机选取大小均匀10的穗玉米进行室内烤种，测定籽粒含水量，以含水量14%计算各样点的产量，作为该取样点的最终产量。

5.2 遥感数据

5.2.1 影像数据获取

选取7月中旬——8月下旬遥感影像，要求云量低于5%，数据来源如下

- 高分一号卫星，高分辨率相机全色分辨率2米、多光谱分辨率8米，并携带16米分辨率幅宽800千米的宽幅相机，是典型的高时间分辨率（宽覆盖）遥感卫星；
- 高分五号卫星，是中国第一颗民用高光谱观测卫星，高光谱相机分辨率能力可达10米，它还将携带气溶胶探测仪、温室气体监测仪等探测设备；

- c) 高分六号卫星，属于高分一号卫星的后继，它仍是一颗全色 2 米分辨率、多光谱 8 米分辨率的普查卫星，同时携带 16 米分辨率幅宽 800 千米的宽幅相机。

5.2.2 玉米种植分类数据

加获取数据方法，通过掩膜，去除非玉米种植信息，形成玉米种植分类图。

5.2.3 黑龙江行政边界矢量数据

要求与卫星影像图投影一致。

5.2.4 遥感指数

用于玉米产量预测的遥感指数如表2所示。

表 2 遥感指数

植被光谱指数	植被光谱指数	植被光谱指数
归一化植被指数	Normalized Differenced Vegetation Index, NDVI	$NDVI = \frac{NTR - Red}{NTR + Red}$
增强型植被指数	The Enhanced Vegetation Index, EVI	$EVI = H \times \frac{NTR - Red}{NTR + C_1 \times Red - C_2 \times Blue}$
归一化差异耕作指数	Normalized Difference Tillage Index, NDTI	$NDTI = \frac{SWIR1 - SWIR2}{SWIR1 + SWIR2}$
修正土壤调节植被指数	Modified Soil Adjusted Vegetation Index, MSAVI	$MSAVI = (2 \times NTR + 1 - \sqrt{(2 \times NTR + 1)^2 - 8 \times (NTR - Red)})$
差值植被指数	Differenced Vegetation Index, DVI	$DVI = NTR - Red$
绿光归一化植被指数	Green Normalized Differenced Vegetation Index, GNDVI	$GNDVI = \frac{NTR - Green}{NTR + Green}$
重归一化植被指数	Renormalized Differenced Vegetation Index, RDVI	$RDVI = (NTR - Red) / \sqrt{NTR + Red}$
陆表水分指数	Land Surface Water Index, LSWI	$LSWI = \frac{NTR - SWIR1}{NTR + SWIR1}$
归一化差异枯黄植被指数	Normalized Difference Senescent Vegetation Index, NDSVI	$NDSVI = \frac{SWIR1 - Red}{SWIR1 + Red}$
归一化差异绿度指数	Normalized Difference Greenness Index, NDGI	$NDGI = \frac{Green - Red}{Green + Red}$
归一化水体指数	Normalized Difference Water Index, NDWI	$NDWI = \frac{NTR - MTR}{NTR + MTR}$
中红外双光谱指数	Mid-IR Bispectral Index, MIRBI	$MIRBI = 10 \times SWIR2 - 9.8 \times SWIR1 + 2$

5.3 环境数据

5.3.1 土壤数据采集类别

有机质、N、P、K、土壤湿度、土壤容重、田间持水量、凋萎湿度、土壤质地和酸碱度等。

5.3.2 土壤属性测定

5.3.2.1 土壤含水量

采用烘干称重法测定。土壤取样深度为0-90cm，每10cm钻取一次土样。每次观测时，在小区内两行玉米中间随机选取1个取样点，每个小区取样1次且取样位置尽量保持一致，每个处理各3个取样点。

5.3.2.2 土壤相对湿度

10cm、20cm、50cm 等深度的土壤相对湿度。

5.3.3 气象数据采集类别

采用物联网设备采集气象信息数据。采集项目为影响农业作物生长过程的气象因子，包括：太阳辐射、光合有效辐射、降水量、空气温度、空气湿度、风速、风向、光照强度、光照时长、气压、蒸发量等。

5.4 数据格式

5.4.1 数据文件格式

在进行玉米产量过程中用于计算的输入数据文件的格式分类见表3。

表 3 数据存储文件

类型	数据格式
玉米种植分布图	*.tif
气象数据	*.txt
土壤数据	*.txt
产量分布图	*.tif
遥感影像	*.tif
黑龙江行政边界矢量数据	*.shp

5.4.2 设备参数

采集参数及采集频次应符合表4要求。

表 4 采集参数及采集频次

设备类型	测量范围	测量精度	采集频次
太阳辐射	0W/m²-2000W/m²	±5%	建议 30-60 分钟一次，可设置
光合有效辐射	0 -2500 μmol/m²·s	±5%	建议 30-60 分钟一次，可设置
降水量	—	±1%	建议 30-60 分钟一次，可设置
空气温度	-40℃—60℃	+0.1℃	建议 30-60 分钟一次，可设置
空气湿度	0% RH-100% RH	±3% RH	建议 30-60 分钟一次，可设置
风速	0 m/s-35 m/s	+0.1m/s	建议 30-60 分钟一次，可设置
玉米田通风	0 m/s-35 m/s	+0.1m/s	建议 30-60 分钟一次，可设置
风向	—	±4°	建议 30-60 分钟一次，可设置
光照强度	0 lx-200000 lx	±20 lx	建议 30-60 分钟一次，可设置
光照时长	——	±10min	建议 15-30 分钟一次，可设置

设备类型	测量范围	测量精度	采集频次
气压	10mbar	±1.5mbar	建议 30-60 分钟一次，可设置
蒸发量	0-20cm	±1%	建议 30-60 分钟一次，可设置
土壤温度	-40°C-80°C	±0.1°C	建议 30-60 分钟一次，可设置
土壤湿度	0%VOL-100%VOL	±0.1%	建议 30-60 分钟一次，可设置
土壤 pH 值	0pH-14 pH	±0.02pH	建议 30-60 分钟一次，可设置
土壤电导率	0.2MS/cm-10MS/cm	±0.1MS/cm	建议 30-60 分钟一次，可设置
注：测量范围中“—”表示该项不适用。			

5.4.3 数据库存储格式

玉米生长环境信息的数据格式应符合表5要求，其中数据单位应符合GB 3100的规定。

表 5 玉米生长环境信息数据格式

字段名	中文名	字段类型	数据精度	单位	响应时间
ID	流水号	int	—	—	—
sDevice_Number	采集设备号	varchar	—	—	—
sSubject_Number	主体编号	varchar	—	—	—
dCollection_Time	采集时间	datetime	—	—	—
fSunRadiation	太阳辐射	float	小数点后 2 位	W/m ²	<2s
fALI	光合有效辐射	float	小数点后 2 位	μmol/m ² ·s	<2s
fAPT	降水量	float	小数点后 2 位	mm	<2s
fTemperature	空气温度	float	小数点后 2 位	°C	<2s
fHumidity	空气湿度	float	小数点后 2 位	%	<2s
fAWS	风速	float	小数点后 2 位	m/s	<2s
fAWD	风向	float	小数点后 2 位	°	<2s
fIlluminationStrength	光照强度	float	小数点后 2 位	lx	<2s
fIlluminationDuration	光照时长	float	小数点后 2 位	min	<2s
fPressure	气压	float	小数点后 2 位	mbar	<2s
fEvaporation	蒸发量	float	小数点后 2 位	mm	<2s
fSTC10	10cm 土壤温度	float	小数点后 2 位	°C	<2s
fSTC20	20cm 土壤温度	float	小数点后 2 位	°C	<2s
fSTC30	30cm 土壤温度	float	小数点后 2 位	°C	<2s
fSWC10	10cm 土壤湿度	float	小数点后 2 位	%	<2s
fSWC20	20cm 土壤湿度	float	小数点后 2 位	%	<2s
fSWC30	30cm 土壤湿度	float	小数点后 2 位	%	<2s
fpH	土壤 pH 值	float	小数点后 2 位	—	<2s
fEC	土壤电导率	float	小数点后 2 位	ms/cm	<2s
fCornWS	玉米田风速	float	小数点后 2 位	m/s	<2s
fltd	经度	float	小数点后 8 位	°	<2s
flat	纬度	float	小数点后 8 位	°	<2s
feva	高程	float	小数点后 8 位	m	<2s

6 产量预测

6.1 玉米产量预测流程

由卫星影像生成敏感遥感指数图，再叠加玉米种植分布图和行政边界矢量图，输入遥感预测模型，生成玉米产量空间分布图，实现遥感预测玉米产量。玉米产量预测流程图见图1。

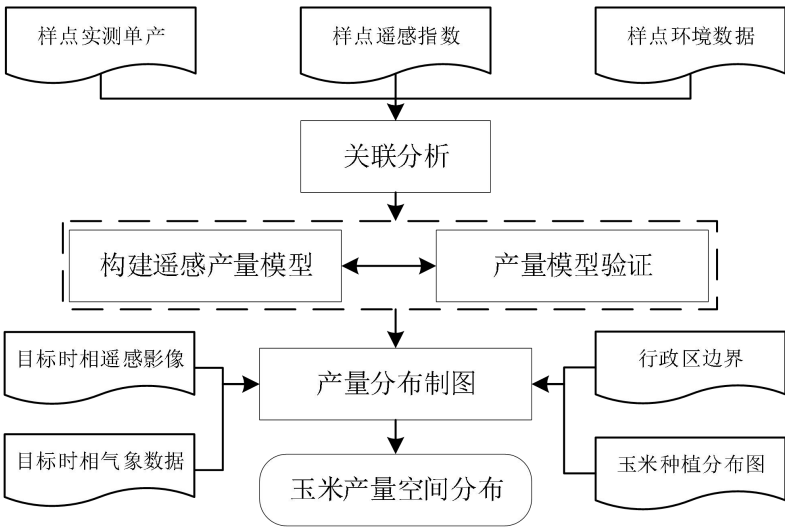


图 1 玉米产量预测流程图

6.2 数据存储

按照采样点编号，对获取的实测产量和遥感指数进行一一对应，并存储到数据库中。

6.3 关联分析

对各采样点的实测产量与遥感指数基于机器学习进行回归分析，确定相关系数。

6.4 筛选敏感遥感指数

依据相关系数绝对值或拟合度最大，确定敏感遥感指数。

6.5 构建遥感预测模型

以敏感遥感指数为自变量、产量为因变量，选择拟合度最大的方程，构建玉米产量遥感预测模型。

6.6 生成产量空间分布图

由卫星影像生成敏感遥感指数图，再叠加玉米种植分布图和行政边界矢量图，输入遥感预测模型，生成玉米产量空间分布图，实现遥感预测玉米产量。

7 数据安全

在数据交换过程中要保证数据安全。数据安全应符合GB/T17859、GB/T25058和GB/T37973的规定，同时满足以下要求：

- a) 数据交换过程中宜采用数据加密技术、数据校验技术、数据鉴别技术、数字签名技术、数字信封技术、数字证书技术等保证数据安全；并对发现的安全漏洞进行防护和修复；
 - b) 数据交换过程中，要保证数据的完整性和一致性。日志应至少保存 90 天，并定期审核；
 - c) 对突发事件应制定保障制度、预案；
 - d) 定期进行安全检查，制定整改问题方案，完成安全问题整改。
-