

DB23

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB23/T

无人机多光谱水稻氮素含量测定与追肥调控
技术规程

(征求意见稿)

起草单位：黑龙江科技大学

联系人：宋丽娟

联系电话：15804504706

邮箱：songlijuan-2007@163.com

2023-**-**发布

2023-**-**实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

目次

前 言 1

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 1

5 诊断处理流程 2

6 数据获取与处理 3

7 氮肥诊断与调控 4

8 专题产品制作 5

参考文献 6

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。

本文件由黑龙江省农业农村厅提出。

本文件起草单位：黑龙江科技大学、黑龙江省农业科学院农业遥感与信息研究所。

本文件主要起草人：宋丽娟、叶万军、王彤、张超、许佳琪、刘力玮、赵菲、毕洪文、刘克宝、陆忠军、郑妍妍、李杨、付斌、黄楠、吕志群、张宇、刘艳霞、苏戈、辛蕊、国殿波、吴黎。

无人机多光谱水稻氮素含量测定与追肥调控技术规程

1 范围

本文件规定了无人机多光谱水稻氮素含量测定与追肥调控的范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、诊断处理流程、数据获取预处理、氮素含量测定、追肥调控和专题产品制作。

本文件适用于水稻氮素含量测定与追肥调控的无人机多光谱影像识别。

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 14950-2009 摄影测量与遥感术语

NY/T 2419-2013 植株全氮含量测定 自动定氮仪法

GB/T 16820-2009 地学术语

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 3527-2019 农作物种植面积遥感监测规范

3 术语和定义

NY/T 2419-2013、NY/T 3527-2019界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 多光谱影像

将物体发射或辐射的电磁波信息分成若干波段进行接收或记录的图像。

3.2 归一化植被指数 (NDVI)

利用近红外波段反射率、可见光红光波段反射率综合计算得到的植被指数，可以反映农作物长势和营养信息的重要参数之一。

3.3 临界氮浓度稀释曲线

作物达到最大干物质所需要的最小氮浓度，运用植株干物质和植株全氮含量建立幂函数的临界氮浓度稀释曲线。

3.4 氮营养指数

实际氮浓度与临界氮浓度的比值，诊断植株体内氮素亏缺状况的指标之一。

4 基本要求

4.1 空间基准

4.1.1 大地基准：2000国家大地坐标系（CGCS2000）。

4.1.2 高程基准：1985国家高程基准。

4.2 投影方式

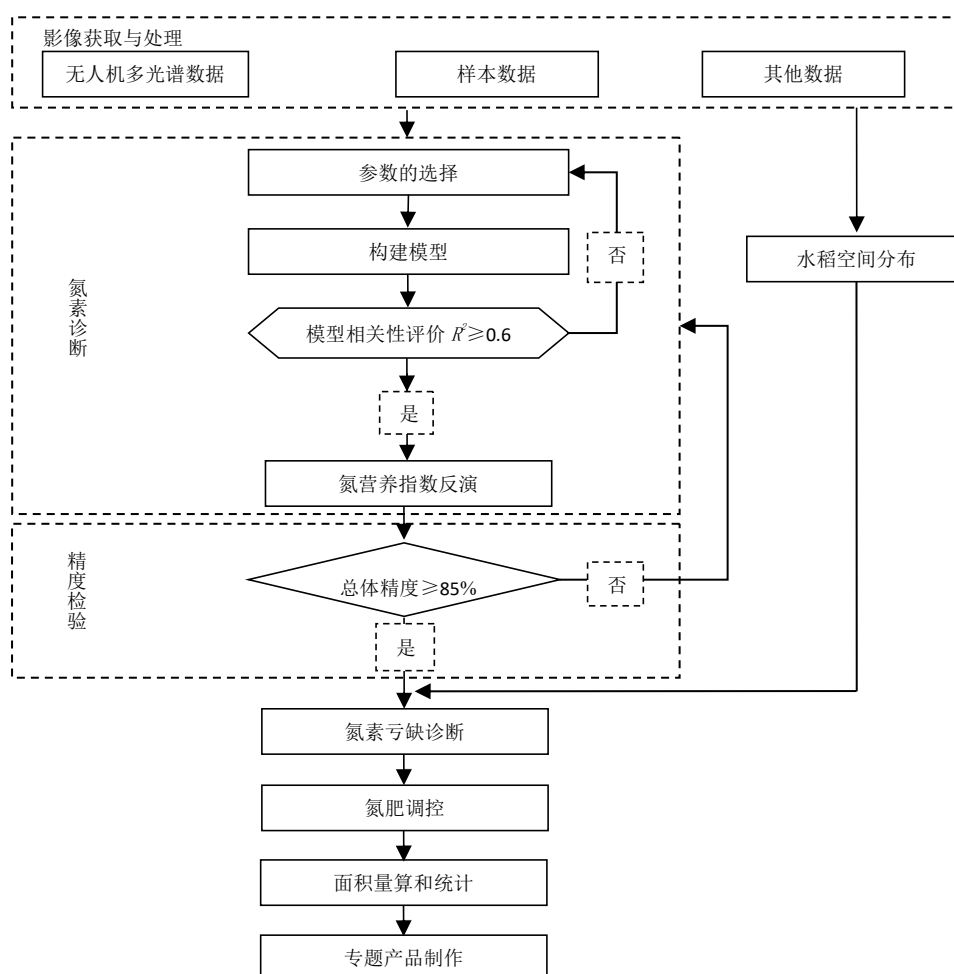
高斯—克吕格投影。

4.3 监测时间

水稻移栽后至成熟期。

5 诊断处理流程

无人机多光谱水稻氮素含量测定与追肥调控处理流程主要包括：数据获取与处理、氮素诊断、精度检验、氮素亏缺诊断、氮肥调控、面积量算和统计、专题产品制作8个步骤。



6 数据获取与处理

6.1 无人机多光谱影像

6.1.1 影像的选择

无人机多光谱影像的选择要求如下：

- a) 应选择至少具有绿光波段（520nm～570nm）、红光波段（620nm～760nm）、近红外波段（760nm～1100nm）范围的无人机多光谱影像数据；
- b) 影像空间分辨率宜优于 0.1 米；
- c) 影像获取时间应为 10:00～14:00；
- d) 淡积云量，无卷云、浓积云等，光照稳定；
- e) 垂直能见度应大于 500 米；
- f) 影像获取时间内风力应小于 3 级；
- g) 影像应图面清晰，定位准确，无明显条纹、点状和块状噪声，无数据丢失，无严重畸变。

6.1.2 影像预处理

无人机多光谱影像的预处理要求如下：

- a) 利用标准值灰板或地面典型地物光谱值对无人机多光谱影像进行辐射校正；
- b) 影像应进行几何校正，误差应小于1个像元；
- c) 植被指数的计算与合成按照GB/T30115的规定执行。

6.2 样本数据

6.2.1 数量与布局

- a) 在影像范围内选择若干抽样区域作为样本数据。样本的类别应包含影像内不同氮肥施用水平的水稻数据和地物类型；
- b) 样本数量应满足统计学的基本要求；
- c) 样本数据的采集时间与多光谱影像的采集时间宜一致。

6.2.2 获取方式

- a) 植株氮素状况训练样本数据和验证样本数据根据NY/T 2419-2013测定植株全氮含量，并记录采样点经纬度；
- b) 地物类型训练样本数据和验证样本数据根据NY/T 3527-2019中7.2.2获取，并记录采样点经纬度。

6.3 水稻空间分布数据

根据NY/T 3527-2019提取水稻空间分布数据。

6.4 其他数据

- a) 水稻生育期数据；
- b) 水稻品种数据；
- c) 气象数据；

7 氮肥诊断与调控

7.1 临界氮浓度稀释曲线

对比分析不同施氮水平下每次取样后测定的干物质和植株全氮含量，使用SPSS 22.0统计分析软件中广义线性模型（GLM），对植株干物质重进行方差分析，处理间差异显著性检验采用LSD法，显著性水平设定为 $P=0.05$ ，方差分析结果将作物分成两类：受氮素营养限制和不受氮素营养限制；对于受氮素营养限制的数据，将植株干物质重与对应的植株全氮量进行线性拟合，得到植株干物质重与全氮含量的线性模型；对于不受氮素营养限制的数据，同一取样时期取其植株干物质的平均值代表植株最大干物质重；每个取样时期的理论临界氮浓度由模型曲线和以最大植株干物质重为横坐标的垂线相交确定，交点的纵坐标即为理论临界氮浓度。

临界氮浓度稀释曲线模型为： $N_c = a \cdot DM^{-b}$

式中 N_c 为水稻临界氮浓度（%）； DM 为植株干物质质量（ $t \cdot hm^{-2}$ ）； a 为植株干物质为 $1 t \cdot hm^{-2}$ 的临界氮浓度（%）； b 为临界氮浓度稀释曲线斜率。

7.2 氮营养指数NNI

$$NNI = N_a / N_c$$

式中， N_a 代表水稻植株全氮含量实测值（%）； N_c 代表植株临界氮浓度（%）。

NNI反映水稻植株氮素营养状况，当 $NNI=1$ 时，说明水稻植株氮营养适宜；当 $NNI>1$ 时，说明水稻植株氮营养过剩；当 $NNI<1$ 时，说明水稻植株氮营养不足。

7.3 氮素需求量NR

$$NR = (N_{cna} - N_{na}) / NUE$$

式中， NR 、 N_{cna} 、 N_{na} 、 NUE 分别代表氮素需求量、临界氮浓度曲线下的氮积累量、不同氮水平下的氮积累量和氮素利用率，其中 NUE 为38%。

7.4 基于无人机植被指数的氮素诊断与调控模型的构建

选择一元回归分析、多元回归分析或机器学习等方法构建氮素诊断与调控模型。推荐的回归分析方法如下：

- a) 一元回归分析推荐使用植被指数特征；
- b) 多元回归分析推荐使用光谱反射率特征。

氮素诊断与调控模型参数包括光谱反射率特征，也可以包括由光谱反射率衍生计算的植被指数特征，如归一化植被指数（NDVI）等。

7.5 模型相关性评价

利用相关指数 R^2 对模型的拟合效果进行评价。按照公式计算，相关指数不低于 0.6。

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

式中：

R^2 —相关指数； n —建模样本数； y_i —第 i 个建模样本值； $\bar{y}$ —建模样本平均值； $\hat{y}$ —第 i 个建模样本值对应的模型理论值。

7.6 氮素状况遥感反演

利用氮素诊断与调控模型，对监测区内的水稻氮素状况进行定量反演，得到监测区内水稻氮素状况的空间分布数据。

8 专题产品制作

8.1 专题图制作

无人机多光谱水稻氮素含量测定与追肥调控专题图包括图名、图例、比例尺、制图单位、制图时间等，内容包括水稻氮素状况分级、行政区划等信息。其中，基本地图要素制作方式按 GB/T20257 的规定执行。

8.2 报告编写

无人机多光谱水稻氮素含量测定与追肥调控报告内容包括采用的无人机多光谱相机、影像获取时间、样本信息、模型选择、遥感反演等信息。

参考文献

- [1] GB/T 33673—2017 水平能见度等级
 - [2] CH/Z3005—2010 中华人民共和国测绘行业标准化指导性技术文件
-