

团 体 标 准

T/CAAMM xxxx—20xx

小麦生产无人化精量播种机械化作业技 术规范

Code of practice for operation of unmanned precision seeding equipment for

wheat production

（征求意见稿）

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

中国农业机械工业协会 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 作业准备	2
5 系统设置与标定	2
6 作业技术规程	3
7 安全要求	3
8 作业质量	4
9 保养和存放	4

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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国农业机械工业协会提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：中国农业机械化科学研究院集团有限公司、农业农村部南京农业机械化研究所、江苏大学。

本文件主要起草人：xxx、xxx、xx、……。

本文件为首次发布。

小麦生产无人化精量播种机械化作业技术规范

1 范围

本文件规定了小麦生产无人化精量播种作业的术语和定义、作业准备、系统设置与标定、作业技术规程、安全要求、作业质量以及保养和存放。

本文件适用于小麦生产中采用的具备自主导航、路径规划及精量播种控制功能的无人化精量播种装备（以下简称“装备”）的作业。

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，仅该日期的对应版本适用于本文件；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 4404.1 粮食作物种子 第1部分：禾谷类

GB 10396 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械安全标志和危险图形 总则

GB/T 9478 谷物条播机 试验方法

GB/T 10395.9 农林机械 安全 第9部分：播种机械

GB/T 35381.1 农林拖拉机和机械 串行控制和通信数据网络 第1部分：数据链路通用标准

GB/T 41251 农业机械 卫星导航自动驾驶系统 安装技术规范

NY/T 3892 农机作业远程监测管理平台数据交换技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人化精量播种装备 unmanned precision seeding equipment

集成了全球卫星导航系统（GNSS）、自动驾驶、路径规划与跟踪、种箱料位监测及精量播种控制等功能的系统，能够依据规划路径自主完成小麦精量播种作业的智能农业装备。

3.2

精量播种控制系统 precision seeding control system

基于作业速度实时调节排种机构转速的电子控制系统，通常由主控制器、伺服电机、速度传感器及显示终端组成，可实现播种量的精确控制。

3.3

速度源自动切换 speed source auto-switching

控制系统根据装备实时作业速度及信号质量，在卫星定位测速、地轮编码器测速或雷达测速等信号源之间自动选择最优速度输入的控制策略。

3.4

作业路径规划 operation path planning

根据作业地块的边界、形状及农艺要求，自动生成覆盖全地块的机具行驶路线（包括直线作业段、地头转弯路径及进出地块路径）的过程。

4 作业准备

4.1 人员要求

4.1.1 现场操作人员应经过专业技术培训，熟练掌握装备的结构性能、车载控制终端操作、自主导航系统使用及应急处置方法。

4.1.2 远程监控人员应熟悉智慧农业云平台的操作，能够实时判读作业数据并下达指令。

4.2 地块与物料

4.2.1 作业地块应平整，地表无深沟、大石块、电线杆拉线等影响自动驾驶安全的障碍物。

4.2.2 作业区域应具有良好的卫星定位信号和网络通信信号，满足 RTK 高精度定位和数据远程传输的需求。

4.2.3 种子质量应符合 GB 4404.1 的规定，且经过清选，纯度、净度、发芽率等指标应满足当地农艺要求。

4.3 机具检查

4.3.1 检查机械部件，连接应紧固，转动部件应灵活无卡滞，轮胎气压正常；检查种箱，箱内应清洁、干燥、无杂物。

4.3.2 查自主导航系统，导航天线、姿态传感器、控制器等安装应符合 GB/T 41251 的规定，线路连接正确无松动。

4.3.3 检查精量播种控制系统，伺服电机、地轮编码器、流量检测传感器等应处于正常工作状态。

5 系统设置与标定

5.1 机具挂接与水平调整

5.1.1 装备与主机挂接后，应调整悬挂杆件，确保机具在作业状态下横向和纵向均处于水平状态。

5.1.2 调整限深轮或镇压辊高度，确保左右两侧入土深度一致，为自动控制系统提供准确的机械基准。

5.2 系统自检

启动装备和车载控制终端，装备控制系统自动进行自检，确认导航、播种控制、通讯等各子系统及模块均无故障报警。

5.3 参数设置

车载控制终端根据机具配置及农艺要求设置参数，包括但不限于：

- a) 设备参数：工作幅宽、作业行数、排种器数量；
- b) 标定参数：地轮旋转半径、单圈排种量；
- c) 作业参数：目标亩播量（kg/亩）、作业速度上限；
- d) 控制参数：机具起降判断阈值、速度源切换阈值。

5.4 排种量标定

正式作业前应进行排种量标定，步骤如下：

- a) 在排种口下方放置接料容器；
- b) 在控制终端启动标定程序，排种器按设定转速（或圈数）转动；
- c) 准确称量排出的种子质量，输入控制系统；
- d) 重复标定3次以上，系统自动计算平均值并更新“单圈排种量”参数。

5.5 路径规划

5.5.1 采用打点设备或人工驾驶装备环绕地块一周采集边界信息。

5.5.2 在控制终端或云平台生成作业路径，路径应包含作业行线和地头转弯线，并确立进出地块的最佳路线。

6 作业技术规程

6.1 试播作业

6.1.1 在正式作业前，应选择代表性区域进行试播，试播长度不应小于 30 m。

6.1.2 试播结束后，操作人员应下车抽检播种深度、覆土厚度及种子分布情况；检查车载终端显示的亩播量与实际情况是否相符。

6.1.3 若检查结果不符合第 8 章的作业质量要求，应重新调整机械参数或系统参数（如标定系数），直至达标。

6.2 作业启动

6.2.1 将装备行驶至地块作业起始点，加载规划好的作业路径。

6.2.2 确认种箱料位充足，周边无人员逗留。

6.2.3 开启自动作业模式，装备应能自动对准行线并开始行驶。

6.3 自动播种

6.3.1 装备起步后，控制系统应结合GNSS位置信息与姿态传感器数据自动判断机具落位状态，并控制排种电机开启。

6.3.2 作业过程中，控制系统应实时获取作业速度信号，依据速度源自动切换策略保持速度输入数据稳定，并动态调整排种电机转速，实现播种量与作业速度的实时匹配。

6.3.3 到达地头转弯处，装备应自动控制机具提升并停止排种；在完成转向及对行操作后，应自动控制机具下降并恢复排种。

6.4 实时监控

- 6.4.1 车载终端应实时显示作业速度、亩播量、作业面积、作业轨迹及种箱料位状态。
- 6.4.2 作业数据应按照NY/T 3892的要求上传至云平台，支持远程查看机具状态和作业质量。

6.5 异常处理

- 6.5.1 遇障碍物时，装备应能通过障碍物感知系统自动减速或停车，并向终端发送报警信息。
- 6.5.2 发生堵塞或漏播时，流量监测系统应发出声光报警，操作人员应立即接管处理。
- 6.5.3 种箱缺种时，料位传感器触发报警，装备应自动记录断点并提示加种。
- 6.5.4 作业中出现无法自动恢复的故障时，必须切换至人工模式，将装备停至安全区域进行维修。

6.6 作业结束

作业完成后，应清空种箱剩余种子，关闭控制系统电源，将装备停放至指定位置。

7 安全要求

- 7.1 装备外露的运动部件和危险部位应粘贴符合GB 10396规定的安全标志。
- 7.2 装备应具备多重急停功能，包括车载终端软件急停、车身物理急停按钮及远程遥控急停，急停功能应优先于其他所有控制指令。
- 7.3 无人作业地块周边应设置明显的“无人作业，注意避让”警示标识。
- 7.4 装备在非作业状态下转移地块或上路行驶时，应由人工驾驶或接管，并遵守道路交通安全法规。
- 7.5 作业及维护过程中的其他人身安全要求应符合GB/T 10395.9的规定。

8 作业质量

小麦生产无人化精量播种作业质量应符合表1的规定。

表1 作业质量指标

序号	项目	试验方法	指标
1	播种量控制误差	GB/T 9478	≤±5%
2	直线路径跟踪误差	GB/T 41251	≤2.5cm
3	交接行误差	GB/T 41251	≤2.5cm
4	播种深度合格率	GB/T 9478	≥85%
5	种子破损率	GB/T 9478	≤1.5%
6	播种均匀性变异系数	GB/T 9478	≤45%

9 保养和存放

- 9.1 每日作业结束后，应清除机具各部位泥土、杂草，重点清理排种器及开沟器。
- 9.2 检查传感器、导航天线、控制器等电子部件的连接线束，防止磨损、松动或被啮齿类动物咬断。
- 9.3 机具应存放在干燥、通风、防雨、防晒的库房内。

9.4 长期存放时，应断开蓄电池负极，并对电子控制部件采取防潮措施；对各润滑点注足润滑油。
