

T/GSAM

广东省农业机械学会团体标准

T/GSAM XXX-2022

农用无人飞机水稻直播作业技术规范

Technical specification for rice direct seeding operation based on UAV

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

广东省农业机械学会

发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 撒播	1
3.2 飞行高度	1
4 播种要求	2
4.1 总体要求	2
4.2 安全要求	2
4.3 性能要求	2
4.4 技术要求	3
5 播前准备	3
5.1 品种选择	3
5.2 种子处理	3
5.3 平田要求	4
6 播种作业	4
6.1 机械选择	4
6.2 用种量	4
6.3 撒播排种量	5
6.4 撒播作业参数	5
6.6 作业要求	6
7 田间管理	7
7.1 除草	7
7.2 防治“福寿螺”	7
7.3 控水	7
7.4 施肥	7
7.5 施药	8
附录 A（资料性附录） 农用无人飞机作业情况记录表	8

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这些专利的责任。

本文件由广东省农业技术推广中心提出。

本文件由广东省农业机械学会归口。

本文件起草单位：广东省农业技术推广中心、华南农业大学广东省农业航空应用工程技术研究中心、广东省农业科学院水稻研究所、深圳大疆创新科技有限公司、广州极飞科技有限公司、广东省农业机械标准化技术委员。

本文件主要起草人：姚俊豪、罗国武、周志艳、钟旭华、马祯、李州、李晟华、李毅峰

本文件为首次制定。

引 言

水稻种植机械化是水稻生产全程机械化中的薄弱环节。广东省水稻种植面积大，田块差异性较大，土地集中程度不高，水稻种植制度复杂，种植品种多样，水稻机械种植水平的提高需要因地制宜，多种机型并举。随着农用无人飞机的迅速发展，越来越多地方使用农用无人飞机进行水稻直播作业。

为了进一步规范农用无人飞机水稻直播作业，降低技术应用风险，便于水稻机械种植新模式的推广示范，结合农用无人飞机水稻直播的实际工作需要，制定本标准。

农用无人飞机水稻直播作业技术规范

1 范围

本文件规定了农用无人飞机水稻直播作业的播种系统、播前准备、播种作业、田间管理、作业质量检查与验收等的要求。

本文件适用于有直播作业习惯或自愿应用直播作业的水稻种植。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 4404.1 粮食作物种子 第1部分：禾谷类
- GB/T 8321 农药合理使用准则
- GB/T 38931 民用轻小型无人机系统安全性通用要求
- JB/T 6274.1 谷物播种机 技术条件
- NY/T 3213-2018 植保无人飞机质量评价技术规范
- MH/T 1002.2 农业航空作业质量技术指标 撒播作业
- NY/T 2156 水稻主要病害防治技术规程
- NY-T 3881-2021 遥控飞行播种机 质量评价技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 直播 direct seeding

把水稻的种子直接播在田地里。

3.2 撒播 broadcast sowing

把种子均匀地撒在田地里。

3.3 条播 drill seeding

把种子均匀地播成长条，行与行之间保持一定距离。

3.4 点射播 spot seeding

把种子均匀地播成长条，行与行之间保持一定距离，且每长条上的种子颗粒之间保持一定的距离，且种子浅入泥一定深度。

3.5 飞行高度 flight altitude

飞行作业时，无人飞机播种系统出种口最低处距离地面的高度。

4 播种系统要求

4.1 总体要求

4.1.1 播种作业前应制订详细的作业计划，明确作业时间、作业面积、作业区域及航线，必要时应向国家有关管理部门进行申报、申请或登记。

4.1.2 应根据作业任务设置好农用无人飞机的飞行高度、速度、播幅等参数。

4.1.3 农用无人飞机作业飞行严格按照作业计划和技术要求飞行，防止漏撒、错撒、重撒。

4.1.4 播种作业前应制定出现紧急情况的处置预案，预案中包括紧急事故的处理程序，无人机故障、失控及坠落的应对措施，紧急备降地点选择等内容。

4.1.5 作业前应仔细检查农用无人飞机，包括各零部件、组件、动力系统、通信系统等是否符合要求，如发现可疑情况应停止作业飞行。

4.1.6 根据直播稻的品种特性、茬口（早、中、晚稻）和当地气温确定播期。早稻一般在旬平均气温稳定达到 12~14 ℃、无中大雨天气进行，晚稻则根据品种生育期和安全齐穗期确定播种期。

4.2 安全要求

4.2.1 农用无人飞机的安全性要求应符合 GB/T 38931 的规定。

4.2.2 机场净空区、人口稠密区和重点地区上空禁止农用无人飞机飞行作业。

4.2.3 雷雨、闪电、雾霾等恶劣天气禁止农用无人飞机飞行作业。

4.2.4 大型变电站或强磁场干扰区域严禁农用无人飞机飞行作业。

4.2.5 铁路和高速公路两侧 300 m 范围内禁止农用无人飞机飞行作业；高铁要求 500 m 以内禁止农用无人飞机飞行作业；省级以上公路两侧 50 m 范围内禁止飞行作业。

4.2.6 直播作业前清空作业区域的无关人员，操控人员及其它人员应与农用无人机保持 10 m 以上的安全距离，对作业地块有人员进入的位置设置警示标志。

4.2.7 禁止操作人员疲劳操作农用无人机，严禁酒后操作农用无人机。

4.2.8 农用无人飞机应设计科学、结构合理，保证操作人员按照说明书操作和保养时没有危险。

4.2.9 在农用无人飞机有危险的运动部位，如旋转机翼、种子箱内有运动部件（搅拌器、铰刀）等部位应在其附近固定安全警示标志。

4.3 性能要求

4.3.1 实际播种量与设计播种量之差，即播种量误差应符合 MH/T1002.2 中表 1 的要求。

4.3.2 农用无人飞机播种时，稻种的漏播率其允许误差≤5%。

4.3.3 种子应分布均匀，分布均匀度应符合 MH/T1002.2 中 3.3 的要求。

4.3.4 农用无人飞机播种时，稻种的实际落种误差其允许误差<20%。

4.4 技术要求

- 4.4.1 农用无人飞机的技术要求应符合 NY/T 3881-2021 的规定。
- 4.4.2 农用无人飞机应符合适航要求，并按规定程序批准的产品图样和技术文件制造。
- 4.4.3 同一型号的农用无人飞机或相同的零、部件应保证其通用性和互换性要求。
- 4.4.4 农用无人飞机使用可靠性（有效度）不低于 90%。
- 4.4.5 农用无人飞机的种子箱的结合处不应漏种。
- 4.4.6 维护保养与作业记录管理
- 4.4.6.1 农用无人机停止作业后的短时间内，禁止操控员、辅助作业人员及其他人员等触摸发动机缸体、排气管等危险部位。
- 4.4.6.2 播种作业后应对农用无人飞机全部部件进行维护保养。地面近距离操作维护保养时，应切断动力电源，避免意外启动，防止发生事故。
- 4.4.6.3 作业负责人在每次作业结束后详细撰写飞行作业记录档案（参见附录 A），作业记录档案保存不少于 3 年。

5 播前准备

5.1 品种选择

应根据茬口要求、品种特性及安全齐穗期等选择品种。前作腾茬迟，应选用早熟品种。前作腾茬早，可选用中晚熟品种。直播种子的质量指标应符合 GB 4404.1 中 4.2 的要求。

5.2 种子处理

种子处理以计划播种日为基准，根据浸种、催芽等需要的总时间倒推开始处理时间，按播种计划，按日分批处理。每次处理的数量应以机器日播种总量确定，如：单机日播 70 亩，每亩播种量为 4 kg，则每次处理稻种的数量为 280 kg。

5.2.1 晒种

晒种 1~2 天，对有芒的种子进行脱芒。

5.2.2 选种

采用风选、清水选或盐水选（盐水比重为 1.06~1.12）方式选种，去除空秕粒和杂物。盐水选种后应立即用清水淘洗，清除谷壳外盐份。

5.2.3 浸种和种子消毒

浸种时，要求水面保持高出稻种 5~10 cm，气温在 25℃ 以下浸 48 h，气温在 25℃ 以上浸 24~36 h。结合浸种进行种子消毒处理。将药剂倒入清水搅拌均匀，再将稻种倒入搅拌均匀，捞出漂浮在水面的秕谷、杂余，待稻种吸足水分，把种子捞出来进行保温催芽。

5.2.4 催芽

旱直播墒情不好时不建议催芽，直播干谷。催芽时，种子经保温催芽至破胸露白后，沥干水份，在室内平铺晾干，堆层不超过0.1 m。晾干后，用手抓一把稻种，松手后应全部自然落下。

5.2.5 包衣

可用种衣剂等进行种子包衣。点射播种时，为减少旋翼风场的干扰，可进行2-3倍种子包衣，以提高落种的精度，改善播种均匀性。

5.3 平田要求

5.3.1 水稻机插前耕整地质量要求做到“平整、洁净、细碎、沉实”。耕整深度均匀一致，田块平整，地表高低落差不大于3cm；田面洁净，无残茬、无杂草、无杂物、无浮渣等；土层下碎上糊，上烂下实；田面泥浆沉实达到泥水分清，沉实而不板结，机械作业时不陷机、不壅泥。

5.3.2 丘陵山区可采用小型拖拉机匹配相应的旋耕机或犁整田。在泥脚较深的稻田，可用橡胶履带拖拉机配套旋耕机进行整地作业，做到田面平整，泥浆沉实后及时机播。

5.3.3 直播前1周左右整田，旋耕深度0.1~0.15 m。旋耕后采用水田耙或平地机平整田面，可用旋耕机配套平地机进行一体化作业，沉田后应满足5.3.1的要求。

5.3.4 耕整后的大田必须进行适度沉实之后方可进行机播作业，一般沙质土壤沉12~24 h，沙壤土沉实1~2天，黏质土沉实2~3天。

5.3.5 部分实行冬种生产的地区，应在前茬作物收获后及时整地。

5.3.6 直播稻田在耕整作业后须加开横沟和进出水沟，横沟约每隔3~5 m开一条畦沟，进出水沟应对应两端田埂水口和排水口中，与横沟垂直，沟宽0.25 m左右，沟深0.1~0.15 m。

6 播种作业

6.1 机械选择

选用专用的农用无人飞机配套水稻直播器进行作业，播种作业有撒播（无序）、条播及点射播（有序）三种形式。

6.2 用种量

根据种子类型、种子发芽率、粒型大小、整地质量、播期早晚、播种方式等情况选择播种量，播种量应参照表1的规定：

表 1

类型	参考播种量（千克/亩）
常规稻早稻	2.5~3.0
杂交稻早稻	1.5~2.0
常规稻晚稻	2.0~3.0
杂交稻晚稻	1.25~1.5

6.3 撒播排种量

根据每亩的播种量及拟用的播种飞行速度以及播幅，计算出需要的每分钟排种量。计算公式为：

$$V = \frac{W}{60 \times \frac{667}{M \times S}}$$

V——排种量，g/min；

W——亩用量，g；

S——作业飞行速度，m/s；

M——播幅，m；

在测试排种量达到要求后方可进行播种作业。

以播幅 5 m 为例，不同飞行速度的排种量应参照表 2 的规定：

表 2

亩用种量 (千克/亩)	作业飞行速度 (m/s)	排种量 (g/min)
1.5	5.5~6.0	3700~4000
2.5	3.5~4.0	3700~4000
3.0	3.5~4.0	4500~4800
3.5	3.0~3.5	3700~4800
4.0	3.5~4.0	6200~6500
5.0	3.0~3.5	6200~6500

6.4 撒播作业参数

6.4.1 飞行速度

飞行速度参照厂商标注的说明确定。无标注情况下，飞行速度宜在 3 m/s~6 m/s 范围内。

6.4.2 飞行高度

飞行高度参照厂商标注的说明确定。无标注情况下，飞行高度宜在作物上方 3 m~9 m，禁止超高空飞行。

6.4.3 播幅

播幅参照厂商标注的说明确定。无标注情况下，播幅宜在 3 m~6 m。

6.5 点射播种排量

根据每亩的播种量、行距及飞行速度，计算出所需的排种量。计算公式为：

$$V = \frac{W \times n \times d \times S}{667}$$

$$v = \frac{V}{n}$$

V——总排种量，g/s；

v——单行排种量，g/s；

W——亩用量，g；

S——作业飞行速度，m/s；

n——每条航线播种行数；

d——行距，m。

在测试排种量达到要求后方可进行播种作业。

以每条航线播种 5 行，行距 0.3 m 为例，不同飞行速度的排种量应参照表 3 的规定：

表 3

亩用量 (千克/亩)	作业飞行速度 (m/s)	总排种量 (g/s)	单行排种量 (g/s)
1.5	2	6.75	1.35
2.0	2	9.00	1.80
2.5	1.7	9.56	1.91
3.0	1.7	11.47	2.29
3.5	1.3	10.23	2.05
4.0	1.3	11.69	2.34
5.0	1	10.12	2.02

6.6 点射播种作业参数

6.6.1 飞行速度

飞行速度参照厂商标注的说明确定。无标注情况下，点射播种建议飞行速度范围为 1.0m/s ~ 2.0m/s。

6.6.2 飞行高度

飞行高度参照厂商标注的说明确定。无标注情况下，点射播种建议飞行高度范围为 1.5-2.0m。

6.6.3 播种行距

播种行距由飞行高度和射种角度共同决定，在确定作业高度后，通过调整射种角度设置播种行距。

6.6.4 播幅

播幅由每条航线播种行数和行距决定，计算公式为：

$$M = n \times d$$

M——播幅，m；

n——每条航线播种行数；

d——行距，m。

6.7 作业要求

6.7.1 农用无人机进行水稻直播作业时应先对地块信息进行采集。

6.7.2 按照说明书的载荷标准，将稻种加入种子箱，后拧紧种子箱盖，防止稻种撒落。

6.7.3 农用无人机作业前，应检查确认所有电器设备正常，应在确保周边 10 m 范围内无安全风险后起飞。如播种作业过程遇设备故障或安全风险，应立即停止作业，在排除相关风险后方可再次作业。

6.7.4 农用无人机应按照作业计划返航，返航时应先确认返航路线净空条件良好，降落点周边环境符合降落条件。

6.7.5 农用无人机落地后应及时锁定设备动力输出。

7 田间管理

7.1 除草

7.1.1 水稻1叶1心期化学除草

直播后2~4天内, 田面无明显积水时应喷施40%吡嘧·丙草胺100克/亩(或播种后2~4天, 喷施30%丙草胺100毫升/亩), 兑水15~20 kg, 施后应保持土壤无积水但湿润至水稻1叶1心期。

7.1.2 水稻4叶1心期时化学除草

水稻4叶1心期时化学除草时, 应根据田面杂草生长情况选择:

(1) 在水稻4~5叶期, 杂草2~3叶期时, 每亩施用6%除草剂150 ml, 或在杂草3~5叶期每亩施用6%除草剂200 ml, 每亩兑水15~20 kg对杂草茎叶进行高浓度细喷雾。如大田杂草丁香蓼等莎草科杂草和阔叶杂草多时, 可再添加48%灭草松水剂200 ml。

(2) 在水稻4~5叶期, 杂草2~4叶期时, 每亩施用2.5%五氟磺草胺油悬浮剂80 ml, 加每亩用10%氰氟草酯乳油120 ml, 每亩兑水15~20 kg对杂草茎叶进行高浓度细喷雾。如大田杂草丁香蓼等莎草科杂草和阔叶杂草多时, 可再添加48%灭草松水剂200毫升。

用药前应排水, 使杂草茎叶2/3以上露出水面。施药后应在24~72 h内灌水, 保持0.03~0.05 m水层5~7天。

播种前灭草。早稻直播田在播前15天左右灌浅水诱发杂草萌发。在翻耕整地前5~7天, 对于杂草多、特别是恶性杂草多的田块, 先用草铵磷等灭生性除草剂灭草, 然后再翻耕。

立苗前封草。播种后3天内, 采用杀草谱广、对水稻安全的土壤处理除草剂, 如扫弗特、杀草丹、丙草胺、丁草胺等, 进行土壤封闭处理, 以杀除莎草、稗草等杂草。

苗期除草。在2~3叶期, 选用茎叶除草剂, 如快杀稗、禾大壮、苄磺隆等, 杀除稻田中的杂草, 喷药后1~2天建立水层。够苗晒田前, 若田间杂草较多, 可采用“稻杰”等除草剂防治。

7.2 防治“福寿螺”

在水稻1叶1心期第一次灌水当天, 每亩撒施茶籽饼3~4 kg或5%阿维菌素100 ml, 兑水10~15 kg喷施或拌细土撒施田面。

7.3 水分管理

(1) 播种至3叶期: 保持田间湿润, 以畦面不开裂为度, 不建立水层;

(2) 3叶期建立浅水层, 浅水灌溉促分蘖; 当全田茎蘖数达到目标有效穗数80%时开始露晒田, 控制无效分蘖, 促根健蘖防倒伏;

(3) 孕穗至抽穗期浅水灌溉, 大田保持浅水层;

(4) 齐穗后灌浆期间歇灌溉, 干湿交替, 保持田面湿润, 促谷粒灌浆充实; 后期干干湿湿促根下扎, 达到养叶保叶, 活熟到老; 收获前7天左右断水。

7.4 施肥

7.4.1 总施肥量

在地力产量的基础上, 稻谷产量每提高100 kg, 需增施纯氮5 kg, 五氧化二磷2~3 kg, 氧化钾4~5 kg。即: 总施氮量(kg N/亩) = [目标产量(kg/亩) - 无氮区地力产量(kg/亩)] ÷

100×5 ; 总施磷量(kg P_2O_5 /亩) = [目标产量(kg/亩) - 无磷区地力产量(kg/亩)] \div $100 \times (2 \sim 3)$; 总施钾量(kg K_2O /亩) = [目标产量(kg/亩) - 无钾区地力产量(kg/亩)] \div $100 \times (4 \sim 5)$ 。

7.4.2 不同时期施肥量及比例

氮肥按照基肥占 30%、分蘖肥占 30%、穗肥占 40%的比例, 确定各阶段的施氮量。磷肥全部作基肥施用。钾肥的 50%作基肥施用, 另 50%作穗肥施用。

(1)基肥: 氮肥总量的 30%、钾肥的 50%和全部的磷肥作基肥, 结合整地施入。在中等肥力田块、亩产 500 kg 左右时, 亩施尿素 6~8 kg, 过磷酸钙 25 kg (早稻) 或 15 kg (晚稻), 氯化钾 5~7.5 kg。

(2)分蘖肥: 在 3 叶期施用, 一般早稻在播种后 15~18 天, 晚稻在播种后 10~12 天。氮肥占总施氮量的 30%, 并根据叶色和出苗情况调整。叶色偏淡、出苗偏少的氮肥用量多些; 叶色偏深、出苗多的氮肥用量少些。在中等地力水平、每亩目标产量为 500 kg 左右的情况下, 每亩施用尿素 6~8 kg。

(3)穗肥: 早稻播种后 60~65 天, 晚稻播种后 55 天左右施用, 占总施氮量的 40%左右和总施钾量的 50%。在中等地力水平、每亩目标产量为 500 kg 左右的情况下, 一般亩施尿素 8~10 kg (茎蘖数多、叶色深少施, 反之多施), 氯化钾 5~7.5 kg。

7.5 施药

应重点防治水稻纹枯病和稻飞虱。氮肥重、分蘖多、雨水大时易发生纹枯病, 应将药液喷在水稻中下部。夏秋多雨天气易发生稻飞虱, 应在虫害初期使用噻嗪酮、锐劲特、吡虫啉等药剂按说明书要求交替使用或复配使用。

8 作业质量检查与验收

作业负责人在每次作业结束后详细撰写飞行作业记录档案 (参见附录A), 作业记录档案保存不少于3年。

附录 A

(资料性附录)

农用无人飞机作业情况记录表

表 A.1 农用无人飞机作业情况记录表

序号	项目	内容
1	无人机型号	
2	生产企业	
3	作业地点	
4	作业时间	
5	作业任务	
6	是否已报备相关管理部门	
7	现场负责人及联系方式	
8	操控人员及联系方式	
9	作业区域	
10	环境温度 (°C)	
11	环境湿度 (%rh)	
12	天气条件	
13	临近作物情况	
14	风向	
15	风速 (m/s)	
16	飞行高度 (m)	
17	飞行速度 (m/s)	
18	播幅 (m)	
19	播种量 (kg/亩)	
20	播种方式 (撒播/点射播)	
21	点射播行距 (cm)	
22	作业面积 (亩)	
23	农业无人机工作状况	
24	作业结束时间	