

T/GDFL

团 体 标 准

T/GDFL 015—2025

南方水稻无人机“一喷多促”技术规范

Technical specifications for "Single-Spray Multi-Promotion" by unmanned aerial vehicle in southern rice

2025 - 07 - 01 发布

2025 - 08 - 01 实施

广东省肥料协会 发 布

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。

本文件由广东省肥料协会提出并归口。

本文件起草单位：广东省农业科学院农业资源与环境研究所、华南农业大学、惠州市惠阳区农业综合服务中心、广东省农业科学院植物保护研究所、广东天禾农资股份有限公司。

本文件主要起草人：解开治、章家恩、吴培坚、顾文杰、卢钰升、周昌敏、袁曦、古幸福、徐培智、李花、刘文君、王飞钊、彭焕龙、石超宏、张坤。

南方水稻无人机“一喷多促”技术规范

1 范围

本文件规定了利用无人机对南方水稻喷施叶面肥、农药的基本要求、叶面肥选择与使用要求、药剂选择与使用要求、助剂选择与使用要求、肥药配伍、水肥药推荐配方、无人机作业条件、作业参数、作业流程等内容。

本文件适用于南方水稻无人机叶面肥、农药、生长调节剂等“一喷多促”作业的生产技术管理和指导。

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，其最新版本（包括所有的修改）适用于本文件。

- GB/T 17419 含有机质叶面肥
- GB/T 17420 微量元素叶面肥料
- GB 18382 肥料标识 内容和要求
- GB/T 25415 航空施用农药操作准则
- GB/T 42590 民用无人驾驶航空器系统安全要求
- GB/T 43071 植保无人飞机
- NY/T 1276 农药安全使用规范 总则
- NY/T 1533 农用航空器喷施技术作业规程
- NY/T 4258 植保无人飞机 作业质量
- NY/T 4259 植保无人飞机 安全施药技术规程

3 术语和定义

3.1

“一喷多促” "Single-Spray Multi-Promotion" application of water, fertilizer, and pesticides

是一种集成化的农业管理技术，其核心是在水稻生长的关键期和病虫害防治窗口，有针对性选用叶面肥、调节剂、抗逆剂、杀虫杀菌剂等科学配伍，进行一次或多次喷施作业，达到补充养分、防治病虫、促进生长发育、预防早衰等多重效应，实现增产提质、减施增效的单产提升技术。

3.2

“一喷多促”无人机 unmanned aerials vehicle

是采用多旋翼或单旋翼结构，质量符合 GB/T 42590 和 GB/T 43071 要求。优先搭载多光谱相机，具备获取水稻冠层生长和病虫害发生的光谱特征和图像信息，智能识别水稻植株生长状况和养分需求特征以及稻田主要病虫害种类、判断发生程度、发生面积等低空遥感能力；且同时具备自主变速飞行、随

速（变量）喷雾、断点续喷、作业过程及数据可视化等功能的精准施肥施药无人机。

3.3

水稻无人机水肥药变量精准喷施专家辅助系统 variable precision spraying expert auxiliary system for water, fertilizer, and pesticides in rice by unmanned air vehicle

是针对水稻叶面营养诊断和主要病虫害防治，集成全球定位、地理信息、低空遥感、气象预报、高光谱图像智能识别、病虫害监测站点预警预报、传感器网络、自动化控制等功能的肥料农药变量精准喷施智能决策辅助系统。主要采用可编程逻辑控制器（PLC）或其他自动控制系统，根据多光谱影像智能识别，依托水稻叶片 SPAD 高光谱反演模型和高效靶向药剂推荐系统，预设无人机变量飞行以及调节肥料农药配比参数等智能喷雾。

3.4

助剂 adjuvant

是可用于无人机水肥药“一喷多促”精准喷施作业，与肥料农药混用，起到肥药稳定增效（避免分层或沉淀或拮抗）、雾化均一、沉降吸附、扩展渗透、耐雨水冲刷能力等作用，能显著促进水稻植株对水肥药混合液吸收等功效的一类绿色、安全、高效助剂。

4 基本要求

4.1 无人机作业质量要求

无人机喷施作业质量标准应符合 GB/T 25415 和 NY/T4258 的规定。无人机水稻作业质量要求参见附录 A。

4.2 用水要求

用水应使用无杂质、低浑浊度的清水，防止堵塞喷头，且避免因 pH 值、硬度等影响肥效、药效。

4.3 叶面肥要求

叶面肥质量、选择与使用满足 GB 18382、GB/T 17419 和 GB/T 17420 的要求。应根据水稻生长状况及实现目标，优先选择无人机专用剂型，能在低稀释倍数下保持稳定，水稻植株吸收率高的叶面肥品种。水稻叶面肥推荐种类及功能参见附录 B。

4.4 农药要求

农药质量、选择与使用满足 NY/T 1276、GB/T 25415 和 NY/T 1533 的要求。宜根据水稻病虫害防治靶标，优先选择生物农药。农药剂型优先选择植保无人机专用剂型。水稻主要病虫害防治农药推荐种类及防治指标参见附录 C。

4.5 助剂要求

助剂应符合 GB18382 和 NY/T 1276 相关规定。用量按产品说明书使用，确保对人体健康和生态环境无害。助剂选择推荐种类及功能参见附录 D。

4.6 水肥药科学配伍

4.6.1 理化性质兼容原则

中性或酸性肥料可与 pH 接近的农药直接混配，碱性肥料需先进行混配试验，避免化学反应影响药效或肥效；氨基酸水溶肥避免与强酸/碱性物质混用；乳油类农药需最后添加，避免破坏其他剂型的稳定性。

4.6.2 肥效与药效协同原则

农药化肥混用，既要发挥药效，又要发挥肥效，不能对作物产生有害影响。肥料与农药混用后不可放置过长时间，最好做到即混即施，避免长时间静置导致肥效或药效降低。

4.6.3 混配流程

混配叶面肥、生长调节剂与农药时按照图 1 所示进行，每添加一种需充分搅拌后再加下一种；进行二次稀释混配时，建议先在喷雾器中加入大部分水，然后加入第一种农药并混匀，再将剩余的农药进行稀释后倒入喷雾器，再次混匀；按照推荐用量和浓度使用，避免过量使用导致肥害或药害，造成环境污染。



图 1 混配流程

5 南方水稻无人机“一喷多促”施用技术

5.1 作业环境

水稻实施无人机水肥药“一喷多促”喷施作业时，环境温度宜在 25℃~30℃。鉴于部分地区中午气温高，上升气流强，因地制宜选择 10:00 前或 16:00 后喷施作业，高温天气下可选择在晚上施药。留意天气预报，喷后 24 h 内遇到中到大雨，要及时补喷，以保证喷施效果。

5.2 作业准备

作业前，应根据植保无人机厂家要求对机具进行检查和校准，确认设备运转正常。并充分勘察待作业区域及周边环境信息，综合评估作业安全性，合理设置隔离带。综合作业地块、风向、无人机性能等因素合理设置作业航线，设置飞行参数起飞获取水稻冠层生长和病虫害发生的光谱特征和图像信息。

5.3 飞行参数

综合考虑生育期、亩施肥药液量、无人机机型和下压风力大小等因素，结合 3.3 水稻无人机水肥药变量精准喷施专家辅助系统设定飞行参数，确保喷雾均匀、无重喷漏喷、飘移损失小且植株无折损。作业时环境风速应小于三级风（ ≤ 3.3 m/s），针对现有主流植保无人机，建议飞行速度 3~5 m/s，施肥液量 1.2 L/亩~1.5 L/亩，施药液量 1 L/亩~3 L/亩；飞行高度（离冠层高度）根据载荷重量适当调整，载荷重量 < 30 L 的飞行高度 2 m~3 m、载荷量 ≥ 30 L 的飞行高度 3.5 m~4.5 m，防治稻飞虱、纹枯病等茎基部病虫害时应结合实际适当降低飞行高度，建议高度 1.2 m~1.5 m；作业前应根据飞行高度确定有效作业

喷幅，确保喷幅边缘有足够的药液沉积量。成熟期喷施适当增加飞行高度，建议高度 5 m~6 m，防治植株倒伏。

5.4 水肥药配置

按照各地水稻生产实际情况，结合当地病虫害发生情况及监测预警，在 5.2 的基础上借助 3.3 水稻无人机水肥药变量精准喷施专家辅助系统开展重点研判。针对性选择叶面肥种类、叶面肥、生长调节剂、抗逆剂、防治药剂等，按照产品说明书和 4.6 要求科学配置，确保所有组分混合均匀、混配稳定、协同增效且对水稻无肥害药害。

5.5 喷施作业

按照注肥药、安检、起飞、喷洒、降落 5 个步骤开展循环操作作业，直至喷洒任务完成，各步骤具体要求按 GB/T 43071 有关规定执行。作业前，根据地块特征确定手动作业、自主作业或半自主作业方式。在药箱中加入清水进行试喷，确保所有喷头都正常喷洒。作业时，应避免重喷和漏喷。作业后，漏喷率应低于 10 %。喷施作业过程中应急处置具体要求按 NY/T 4259 规定执行。

6 注意事项

6.1 持证上岗

无人机操作人员应持证上岗，熟悉无人机性能与航空法规，做好防护措施。

6.2 天气条件

避免在雨天、大风、高温等恶劣天气条件下作业，以免影响喷施作业效果和无人机安全。

6.3 作物安全

根据肥药种类及风速、风向等飞行环境，建立适当缓冲区，避免雾滴飘移对周边其他作物或水产造成不利影响。同时注意水稻生长阶段，避免在敏感期过量喷施，造成肥害或药害。

6.4 环境保护

合理控制喷施量，减少化肥农药流失，保护水源和生态环境。按照《农药包装废弃物回收处理管理办法》履行农药包装废弃物回收义务，禁止随意丢弃。

6.5 设备维护

作业后及时清洗无人机和喷洒系统，防止残留物腐蚀设备。注意维护与运输存放、剩余肥药液处置等应按照有关规定执行。

附录 A
(规范性)
无人机水稻作业质量要求

无人机水稻作业质量要求见表 A. 1。

表 A.1 无人机水稻作业质量要求

评估指标	作业质量要求				
	施肥液量 q (L/亩)		药剂类别	施药液量 q (L/亩)	
	q =1. 2	1. 2<q≤1. 5		q=1	1<q≤3
雾滴密度 (个/cm ²)	≥15	≥20	内吸性药剂	≥15	≥20
	≥20	≥30	非内吸性药剂	≥20	≥30
雾滴密度分布均匀性变异系数	≤45%		/	≤45%	

附录 B
(规范性)
水稻叶面肥推荐种类及功能

水稻叶面肥推荐种类及功能见表 B. 1。

表 B.1 水稻叶面肥推荐种类及功能

叶面肥种类	叶面肥名称	功能
大量元素水溶性肥料	磷酸二氢钾水溶性叶面肥、氮磷钾复合水溶性叶面肥	补充大量元素养分，提升水稻产量和品质
含有机质叶面肥	含腐植酸水溶肥料、含氨基酸水溶肥料、含海藻酸水溶肥料、微生物菌剂等	调节水稻生长发育，提高抗逆性，提高产量改善稻米品质。
微量元素叶面肥料	以钙镁硅为主要含量的中量元素水溶肥或以硼锌为微量元素水溶肥	增加水稻的产量5%~10%，并提高稻米的质量。
生长调节剂	芸苔素内酯、噻苯隆、赤·吲乙·芸苔、14-羟芸·噻苯隆、调环酸钙、甲壳素等	调节水稻植株生长发育，提高水稻抗逆能力，增加千粒重。

附录 C
(规范性)

水稻主要病虫害防治农药推荐种类及防治指标

水稻主要病虫害防治农药推荐种类及防治指标见表 C.1。

表 C.1 水稻主要病虫害防治农药推荐种类及防治指标

防治对象	农药推荐种类	用量	防治指标
纹枯病	井冈霉素、苯甲丙环唑、己唑醇、井冈·蜡芽菌、申嗪霉素、噻呋酰胺、氟唑·嘧苷素、肟菌·戊唑醇、丙环·嘧菌酯、井冈·嘧菌酯、戊唑·嘧菌酯、苯甲·嘧菌酯、烯肟·戊唑醇、氟环唑、氟环·嘧菌酯等药剂。	每亩用16%井冈霉素40 g+磷酸二氢钾50 g+20%流体硼40 g，或每亩用30%丙环唑·苯醚甲环唑乳油15 g和24%噻呋酰胺20 g。	分蘖末期至孕穗抽穗期，病丛率达到20%时。
稻瘟病	春雷霉素、咪鲜胺、三环唑、稻瘟酰胺、吡唑醚菌酯、三环·己唑醇和稻瘟灵·戊唑醇等药剂。	每亩用40%咪鲜·三环唑40 g或75%三环唑可湿性粉剂40 g+磷酸二氢钾50 g+20%流体硼40 g，或每亩40%稻瘟灵160毫升+20%吡唑醚菌酯20 g或75%三环唑40 g+植物精油40 mL或有机硅10 g。	最佳时期：破口前5 d~7 d。巩固用药：齐穗期再次施药。
稻飞虱	三氟苯嘧啶、氟啶虫胺胍、呋虫胺、烯啶虫胺、杀虫单、烯啶·吡蚜酮、吡蚜·呋虫胺等药剂。	三氟苯嘧啶：持效期长，适用于分蘖期至幼穗分化期以压低虫口基数。每亩用量10%悬浮剂13.3 g~16.7 g。 烯啶虫胺：速效性好，适合暴发期防治。需保持田间水层3 cm~5 cm。每亩用量10%水剂100mL。 吡蚜酮：持效期长，适合中期预防。每亩用量25%吡蚜酮30 g或80%烯啶·吡蚜酮10 g。 呋虫胺：适合一定抗药性区域。每亩用量20 g。 杀虫单：用量为“34%氯虫苯·杀虫单水剂”：每亩用量100mL。	分蘖期至孕穗期百丛虫量1000头、穗期百丛虫量1500头时实施防治，同时注意迁入代的防治。黄熟期若虫口密度仍较高，需进行补治，避免造成后期倒伏和减产。

表 C.1 水稻主要病虫害防治农药推荐种类及防治指标（续）

防治对象	农药推荐种类	用量	防治指标
卷叶螟	乙基多杀菌素、氯虫苯甲酰胺、茚虫威、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、苏云金杆菌、杀虫双等药剂。	18%杀虫双水剂：每亩用量200 mL。 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂：每亩用量5 g。 5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油：每亩用量30 mL。 5.8%甲维·氯虫苯悬浮剂：每亩用量40 mL。 16000 IU/mg苏云金杆菌可湿性粉剂：每亩用量150 g。 14%甲维·茚虫威悬浮剂：每亩用量10 mL~20 mL。 25%乙基多杀菌素水分散粒剂：每亩用量8 g~10 g。	水稻分蘖期100丛40头~60头，穗期100丛20头~40头。

附录 D
(规范性)
助剂选择推荐种类及功能

助剂选择推荐种类及功能见表 D. 1。

表 D.1 助剂选择推荐种类及功能

助剂种类或推荐系列	核心功能	应用场景
植物油类	抗飘移（形成分子膜）、抗蒸发、促渗透（溶解害虫蜡质层）	杀虫剂/叶面肥高温干旱环境
高分子聚合物类	增粘（增大雾滴粒径）、抗飘移、减少液滴反弹	高风速作业、易飘移药剂
矿物油类	抗蒸发、增强延展性	抗雨水冲刷
金谷生物飞防助剂	抗分层沉淀，可药肥混用（防拮抗失效）	多元混配场景
YC系列（喜盼）	抗雨水冲刷，促蜡质层溶解	生物制剂/叶面肥
易滴滴	降低表面张力30%，雾滴分布均匀	杀虫剂/杀菌剂