

T/GDFL

团 体 标 准

T/GDFL xxx—2025

南方水稻无人机水肥药“一喷多促” 技术规范

Technical specifications for UAV-based "Single-Spray Multi-Promotion" application of water, fertilizer, and pesticide in rice cultivation

(征求意见稿)

2025 - xx - xx发布

2025 - xx - xx实施

广东省肥料协会 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 基本要求	2
5 南方水稻无人机水肥药“一喷多促”施用技术	3
6 效果评估与调整	4
7 注意事项	4
附录 A	6
附录 B	7
附录 C	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。

南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范

1 范围

文件确立了南方水稻无人机水肥药“一喷多促”的程序，规定了利用农用无人机对南方水稻喷施叶面肥、农药的基本要求、过程中的无人机作业条件、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、水肥药科学配伍、施肥施药喷施作业参数记作业流程等内容，描述了水稻肥药推荐配方，无人飞机水肥药“一喷多促”推荐施药参数等。

本文件适用于南方水稻无人机水肥药“一喷多促”作业的生产管理和指导。

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 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
- GB/T 18382 肥料标识 内容和要求
- GB/T 17419 含有机质叶面肥
- GB/T 17420 微量元素叶面肥料
- GB/T 25415 航空施用农药操作准则
- GB/T 4285 农药安全使用标准
- NY/T 496 肥料合理使用准则 通则
- NY/T 1533 农用航空器喷施技术作业规程
- NY/T 3034 肥料合理施用技术指南
- 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

GB/T 43071、GB/T 18382、GB/T 17419、GB/T 4285、NY/T 1533、DB42/T 2074、DB34/T 3663 与 DB2111/T 0028 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水肥药“一喷多促” **"Single-Spray Multi-Promotion" application of water, fertilizer, and pesticide**

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节点或病虫害防治窗口，选用针对性叶面肥、调节剂、抗逆剂、杀虫杀菌剂等科学配比混匀，进行一次或多次喷施作业，达到水稻补养分、防病虫、促生长、促发育、促灌浆、防早衰、防倒伏、促增产提质、减施增效等多重效应的单产提升技术。

3.2

无人机 **unmanned air vehicle**

是指采用多旋翼或单旋翼结构且搭载多光谱相机,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飞机。

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 pesticide in rice by unmanned air vehicle**

是指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 PLC(可编程逻辑控制器)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。

4 基本要求

4.1 无人机及作业质量要求

本文件规定的无人机的质量符合 GB/T 42590 和 GB/T 43071 的要求。水肥药喷施作业质量标准应符合 GB/T 25415、NY/T 1533 和 NY/T4258 的规定。参见附录 A。

4.2 叶面肥选择与使用

本文件的叶面肥质量、选择与使用满足 GB/T 18382、GB/T 17419、GB/T 17420、NY/T 1533、NY/T 496 和 NY/T 3034 的要求。参见附录 B。

4.3 农药选择与使用

本文件的农药质量、选择与使用满足 GB/T 4285、GB/T 25415 和 NY/T 1533 的要求。应根据水稻病虫害防治目标,优先选择绿色生物农药,应急防治选择高效、低毒、低残留化学农药。农药剂型优先选择植保无人飞机专用剂型,能在低稀释倍数下可保持稳定,且适于低容量高效喷雾。同时,高度关注水稻病虫害防治药剂抗药性,及时停止使用病虫已表现出明显抗性的农药品种,轮换不同作用机理的农药。参见附录 C。

4.4 助剂选择与使用要求

本文件的助剂应符合 GB/T 4285、NY/T 496 和 NY/T 3034 以及《农药管理条例》等相关规定。可用于无人飞机水肥药“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。助剂需通过毒性、残留性及对非目标生物影响的评估,

确保对人体健康和生态环境无害。

4.5 水肥药科学配伍

本文件的水肥药科学配伍包涵叶面肥、调节剂、抗逆剂、杀虫杀菌剂、助剂等科学配比，协同增效、绿色生态等内容。

4.5.1 配伍应符合营养与药效协同原则和理化性质兼容原则。即叶面肥配方需依据水稻生长阶段、高光谱图像智能识别和叶片营养诊断结果，动态调整叶面肥种类及比例，苗期推荐高氮型，破口期选用高钾型和功能性；农药混用需结合不同毒杀机制（如触杀剂+胃毒剂）和时效特性（速效+持效），以提升防治效果并延缓抗药性；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，防止破坏有机分子结构；乳油类农药需最后添加，避免破坏其他剂型的稳定性。

4.5.2 混配流程应准确把握混配顺序、精准剂量控制、先加水后加药和现配现用准则。在混配叶面肥与农药时按剂型依次添加：水溶肥→可湿性粉剂→水分散粒剂→悬浮剂→微乳剂→水乳剂→乳油，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；混配液需在 2~4 小时内使用完毕，避免久置导致成分缓慢反应，降低肥效、药效或产生沉淀。

5 南方水稻无人机水肥药“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，因地制宜选择上午 10 时前或下午 16 时后无露水时喷施作业，高温天气下可选择在晚上施药。留意天气预报，喷后 24 小时内遇到中到大雨，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、植保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（ $\leq 3.3\text{m/s}$ ），针对现有主流植保无人机，建议飞行速度 3~5m/s，施肥液

量 1.2~1.5 升/667m²，施药液量 1~3 升/667m²；飞行高度（离冠层高度）根据载荷重量适当调整，载荷重量<30L 的飞行高度 2~3m、载荷量≥30L 的飞行高度 3.5~4.5m，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 1.2~1.5m；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。

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 水稻无人机电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、调节剂、抗逆剂、防治药剂等，按照产品说明书和 4.5 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/T4259 规定执行。

6 效果评估与调整

6.1 生长检测

定期监测水稻生长情况，评估“一喷多促”技术的效果。

6.2 数据分析

结合作业记录、生长监测数据，分析喷施效果，调整作业参数和喷施方案。

6.3 持续优化

根据评估结果，不断优化无人机水肥药“一喷多促”技术，提高作业效率和水稻产量。

7 注意事项

7.1 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。

7.2 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。

7.3 作物安全

建立 500 米缓冲区，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。

7.4 环境保护

合理控制喷施量，减少农药流失，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。

7.5 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/667 m ²)		药剂类别	施药液量 q (L/667 m ²)	
	$q=1.2$	$1.2 < q \leq 1.5$		$q=1$	$1 < q \leq 3$
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	$\leq 45\%$		/	$\leq 45\%$	

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	含腐殖酸水溶肥料、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。
植物生长调节剂	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·嘧啶菌素、肟菌·戊唑醇、丙环·嘧啶菌酯、井冈·嘧啶菌酯、戊唑·嘧啶菌酯、苯甲·嘧啶菌酯、烯肟·戊唑醇、氟环唑、氟环·嘧啶菌酯等药剂。	每667m ² 用16%井冈霉素40克+磷酸二氢钾50克+20%流体硼40克，或每667m ² 用30%丙环唑·苯醚甲环唑乳油15克和24%噻呋酰胺20克	分蘖末期至孕穗抽穗期，病丛率达到20%时。
穗颈瘟	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667m ² 用40%咪鲜·三环唑40克75%三环唑可湿性粉剂40克+磷酸二氢钾50克+20%流体硼40克，或每667m ² 40%稻瘟灵160毫升+20%吡唑醚菌酯20克+75%三环唑40克+植物精油40毫升或有机硅10克。	最佳时期：破口前5-7天。巩固用药：齐穗期再次施药。
稻飞虱	三氟苯嘧啶、氟啶虫胺腈、呋虫胺、烯啶虫胺、毒死蜱、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667m ² 用量10%悬浮剂13.3-16.7克。 烯啶虫胺：速效性好，适合暴发期防治。需保持田间水层3-5厘米。每667m ² 用量10%水剂100毫升。 吡蚜酮：持效期长，适合中期预防。每667m ² 用量25%吡蚜酮30克或80%烯啶·吡蚜酮10克。 呋虫胺：适合一定抗药性区域。每667m ² 用量20克。	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667m ² 用量200毫升。 35%氯虫苯甲酰胺水分散粒剂：每667m ² 用量5克。 5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油：每667m ² 用量30毫升。 5.8%甲维·氯虫苯悬浮剂：每667m ² 用量40毫升。 16000IU/mg苏云金杆菌可湿性粉剂：每667m ² 用量150克。 14%甲维·茚虫威悬浮剂：每667m ² 用量10-20毫升。	水稻分蘖期100丛40-60头，穗期100丛20-40头。

团体标准
《南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范》

(征求意见稿)

编制说明

广东省农业科学院农业资源与环境研究所

惠州市惠阳区农业综合服务中心

华南农业大学

广东天禾农资股份有限公司

二〇二五年四月

1、任务背景

1.1 必要性

1.1.1 南方水稻水肥药“一喷多促”是夯实我国粮食安全根基的关键技术之一

水稻作为全球第二大粮食作物种植面积广泛，对我国粮食安全具有重要意义。我国水稻的播种面积在粮食作物中占据着举足轻重的地位，大约占到粮食作物总播种面积的30%左右。同时，稻谷的产量超过了粮食总产量的40%，无论是播种面积还是总产量，水稻都稳坐粮食作物之首的位置，是我国的第一大农作物。更为重要的是，全国约有60%的人口以大米为主食，这充分展现了水稻在我国粮食安全中的关键作用。南方水稻占全国稻谷总产量的70%以上，其稳定生产直接关系到国家粮食安全底线。

南方3个稻作区的水稻播种面积占全国总播种面积的93.6%，地形以丘陵山地为主，稻田主要分布在沿海平原和山间盆地，耕地禀赋差，加之高温高湿多雨，灾害性天气频发等自然因素和人力成本较高等社会因素，水稻稳产增产任务艰巨。《农业农村部落实中共中央国务院关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴工作部署的实施意见》(2025年1月20日)明确指出“提高防灾减灾救灾能力，指导落实‘一喷多促’、‘一喷三防’等稳产增产措施”。

1.1.2 南方水稻水肥药“一喷多促”是水稻单产提升的国家战略支撑

农业农村部《水稻“一喷多促”无人飞机作业技术指导意见》明确要求通过无人机实现叶面肥、农药协同喷施，并计划至2025年实现全国水稻主产区无人机施药覆盖率达80%以上，并明确要求建立全国性技术标准体系。财政部先后于2022年，针对南方严重高温干旱给秋粮生产带来的不利影响，中央财政安排农业生产救灾资金35亿元，各地统筹利用补助资金，推进水稻玉米“一喷多促”防灾减灾稳产增产技术措施，实现非灾区多增产、轻灾区不减产、重灾区少减产，为秋粮逆势夺丰收发挥了重要作用。2023年，中央财政常态化设立小麦“一喷三防”补助政策，安排资金16亿元，支持河北、山西、江苏、安徽、山东等小麦主产省份，在小麦生产中后期混合使用杀虫剂、杀菌剂、植物生长调节剂，促进保大穗、增粒重、提单产，做到冬小麦和夏收春小麦全覆盖。同年8月，中央财政安排一次性补助资金24亿元，支持北方重点地区开展玉米大豆“一喷多促”工作。主要用于对玉米、大豆等主要秋粮作物喷施叶面肥、调节剂、抗逆剂、杀虫杀菌剂等，增强作物抗逆性减损失，促进壮苗稳长提单产，为确保秋粮丰收提供了有力支撑。但当前全国主产区标准化覆盖率不足45%，亟待填补规范空白。

1.1.3 南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范是行业技术驱动的必然产物

目前水稻生产水资源浪费和施肥、施药过程中的农村劳动力短缺等问题日益突出，而传统施肥施药方式劳动强度高、作业效率低、作业效果差；大型施肥施药机械成本高、应用区域受限，难以满足南方现阶段水稻节水、施肥和病虫害防治需求。随着农业科技的飞速发展，叶面肥与农药的精准施用业已成为现代农业对高效、精准作业模式的迫切需求，是提升作物产量与品质的关键。无人机作为新兴的智能农机装备，其喷施技术在近年来展现出巨大的应用潜力。作为现代最前沿的施肥施药手段之一，农用无人机属超低容量喷雾防治技术，具有节水、省肥、病虫害防治效率高、无需专用起降场地、低空作业不受航空管制、作业人员农

药中毒风险低等优点，适应现代农业、现代植保和生态环保的需求。该技术不仅大幅提高了作业效率，还实现了农药与肥料的精准投放，减少了资源浪费与环境污染。

1.2 标准制订方面的需求

但当前无人机水肥药“一喷多促”仍然存在肥药配方不科学、作业不规范、随意性较大，作业效果不明显等问题，甚至引起作业质量纠纷。与之相关的湖北省《农用无人航空器水稻施肥技术规程》（DB42/T 2074-2023）、安徽省《植保无人飞机农田施药作业技术规范》（DB34/T 3663-2020）、辽宁省盘锦市《植保无人飞机喷施农药防治水稻病虫害技术规程》（DB2111/T 0028-2023）虽已实施，但全国范围内仍缺乏针对以农用无人机为载体，叶面肥、植物生长调节剂、杀菌剂和杀虫剂等科学合理混配喷施为核心的无人机水肥药“一喷多促”标准化技术文件。

综上所述，制定南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范的团体标准，是贯彻落实国家战略方针和政策、填补行业技术空白、提升技术应用效果的关键举措，具有重要的必要性和现实意义。

2、任务来源

本项目来源于国家重点研发专项“华南和东南沿海单、双季稻大面积单产提升关键技术与集成示范”项目课题二“华南和东南沿海水稻生产“农艺-农机-生态”适配共性关键技术与模式”（2024YFD2300502）。项目于2024年12月16日正式立项。有关南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范标准由广东省农业科学院农业资源与环境研究所、惠州市惠阳区农业综合服务中心、华南农业大学、广东天禾农资股份有限公司等单位负责起草。

3、编制过程

在前期对标准与相关研究进行梳理，通过广泛查阅国内外相关的学术论文、研究报告、行业标准文件等资料，收集了我国关于农用无人机喷施肥料、农药的国家标准、行业标准以及地方标准文件，还查阅了国际上相关组织和国家发布的标准和研究报告，梳理南方水稻无人机水肥药“一喷多促”的相关标准情况，形成如图1所示编制流程。



图 1 南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范编制流程

3.1 资料收集与调研

在编制南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范的过程中，编制团队进行了全面而深入的资料收集与调研工作。首先，通过查阅国内外最新研究成果和文献资料，跟踪了解了无人机喷施技术在现代农业中的最新发展动态和应用趋势，特别关注了无人机喷施系统的工作原理、技术优势以及可能存在的问题和挑战。其次，积极收集并分析了大量关于无人机喷施技术在农作物管理中的应用案例，包括但不限于植保作业、施肥作业等，从中提炼出有效的操作模式和技术要点。此外，还密切关注和深入研究了水稻叶面肥与农药市场的现状和发展方向，包括市场上主流产品的特性、使用效果以及市场需求变化等。通过这些详尽的资料收集与调研，为后续技术规程的制定提供了有力的数据支撑和理论依据。

3.2 专家咨询与意见征集

为确保南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范的科学性、合理性和实用性，编制团队在规程编制过程中积极邀请了多位具有丰富实践经验的农业领域专家进行深度咨询和指导。这些专家不仅对规程内容提出了许多宝贵的专业建议，还帮助理清了技术实施中的关键环节和可能遇到的问题。同时，编制团队还广泛征集了来自基层农技人员及广大种植户的

意见和建议，充分考虑了实际操作中的可行性和经济效益，力求使规程能够更好地服务于农业生产一线，满足广大种植者的实际需求。

3.3 规程草案制定与修订

在充分收集资料和专家咨询的基础上，编制团队精心制定了南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范初始草案。草案出台后，编制团队多次组织内部讨论会，针对草案中的各项技术参数、操作流程、安全规范等内容进行了深入探讨和修订完善，以确保规程的实用性和可操作性。同时，还积极邀请外部专家和利益相关方参与讨论，充分听取各方意见，使规程更加全面、严谨、符合实际情况。

3.4 试验验证与效果评估

为了真实检验南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范的实际效果和应用价值，编制团队在多个具有代表性的水稻种植区域开展了试验验证工作。通过对比传统人工喷施方式与采用南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术在作物生长状况、产量提升、农药使用效率、环境污染等方面的差异，科学评估了该规范在实际应用中的表现。

4、编制原则及依据

本标准依据《中华人民共和国标准化法》等现行的有关法律法规，并严格按照 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定》的要求进行编写。本标准确立了南方水稻无人机水肥药“一喷多促”的程序，规定了利用农用无人机对南方水稻喷施叶面肥、农药的基本要求、过程中的作业条件、作业准备、施肥施药作业等内容，描述了过程记录等证实方法。填补针对以农用无人机为载体，叶面肥、植物生长调节剂、杀菌剂和杀虫剂等科学合理混配喷施为核心的无人机水肥药“一喷多促”标准化技术文件。

参考和引用标准的标准号和标准名称为：

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

GB/T 18382 肥料标识 内容和要求

GB/T 17419 含有机质叶面肥

GB/T 17420 微量元素叶面肥料

GB/T 25415 航空施用农药操作准则

GB/T 4285 农药安全使用标准

NY/T 1533 农用航空器喷施技术作业规程

NY/T 496 肥料合理使用准则 通则

NY/T 3034 肥料合理施用技术指南

DB42/T 2074 农用无人航空器水稻施肥技术规程

DB34/T 3663 植保无人飞机农田施药作业技术规范

DB2111/T 0028 植保无人飞机喷施农药防治水稻病虫害技术规程

5、国内外相关研究分析

5.1 国内外发展趋势

5.1.1 叶面肥农药应用现状

在现代农业生产实践中，叶面肥和农药的合理应用扮演着至关重要的角色，对于提升作物产量、改善品质以及增强抗逆性具有不可忽视的作用。然而，传统的叶面肥和农药施用方法存在一定的局限性，如人工喷洒作业效率低、劳动强度大，地面机械喷施难以实现精准控制，且这些施用方式可能在某种程度上造成资源浪费、环境污染和作物安全隐患。此外，随着农业劳动力成本的逐年攀升和农业生产效率要求的不断提高，传统的施药方式已无法满足现代农业集约化、规模化、精准化的生产需求。因此，探索更为高效、精准且环保的叶面肥与农药施用技术成为当前农业生产中的重要课题。

当前市场上的叶面肥和农药种类繁多，其成分、配比、浓度以及使用方法各异，如何在纷繁复杂的选项中科学合理地选择并有效利用这些产品，是广大农业生产者面临的一大挑战。同时，随着农业劳动力成本的逐年攀升和农业生产效率要求的不断提高，传统的施用方式已无法满足现代农业集约化、规模化、精准化的生产需求。因此，探索更为高效、精准且环保的叶面肥与农药施用技术成为当前农业生产中的重要课题。

5.1.2 无人机喷施技术发展趋势

无人机技术在农业领域的应用日益广泛，尤其是在叶面肥和农药的喷施方面，无人机以其高效、精准、环保的特点，逐渐成为现代农业生产中的重要工具。无人机喷施技术不仅大大提高了作业效率，降低了人力成本，还减少了农药和化肥的浪费，降低了环境污染风险。

展望未来，无人机喷施技术将进一步向智能化、精准化和环保化的方向发展。通过集成先进的导航定位技术、图像识别技术、传感器技术和大数据分析等手段，无人机喷施作业可

以实现更加智能化、精细化和自适应的控制，提高作业精度和效率；注重环保性改进无人机喷施技术将进一步优化作业流程，减少对环境的负面影响；随着无人机技术的不断进步和优化，其在农业领域的应用也将更加广泛和深入。未来，无人机喷施技术有望在更多的地区和场景中得到推广和应用，为现代农业生产提供更加高效、环保的叶面肥和农药施用方式。

5.2 标准情况

叶面肥农药无人机喷施技术源于现代农业对高效、精准作业模式的迫切需求。随着农业科技的飞速发展，叶面肥与农药的精准施用已成为提升作物产量与品质的关键。无人机作为新兴的智能农机装备，其喷施技术在近年来展现出巨大的应用潜力。该技术不仅大幅提高了作业效率，还实现了农药与肥料的精准投放，减少了资源浪费与环境污染。《农业农村部落实中共中央国务院关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴工作部署的实施意见》（2025年1月20日）明确指出“提高防灾减灾救灾能力，指导落实‘一喷多促’、‘一喷三防’等稳产增产措施”。农业农村部《水稻“一喷多促”无人飞机作业技术指导意见》明确要求通过无人机实现叶面肥、农药协同喷施，并计划至2025年实现全国水稻主产区无人机施药覆盖率达80%以上，并明确要求建立全国性技术标准体系。

通过广泛查阅国内外相关的学术论文、研究报告、行业标准文件等资料，收集了我国关于农用无人机喷施肥料、农药的国家标准、行业标准以及地方标准文件，还查阅了国际上相关组织和国家发布的标准和研究报告，梳理南方水稻无人机水肥药“一喷多促”的相关标准情况。

为了扎实推进农用无人机的广泛应用，充分发挥叶面肥、农药、调节剂等多功能协同喷施增效，推动“防灾增产一体化”技术落地工作。近年来，全球民用无人驾驶航空器（俗称民用无人机）产业高速发展，由于其操作简便、快速灵活，广泛应用于农业、林业、电力、气象、海洋监测、遥感测绘、物流、应急救援等领域，但同时由于其易改装、难防范，容易出现“黑飞”“乱飞”现象，会给国家安全、公共安全造成一定影响。此外，民用无人机产品并没有统一的质量安全标准，少数企业的产品设计不合理，给人民群众生命财产安全带来一定的安全风险。因此，我国发布了民用无人机领域首项强制性国家标准《民用无人驾驶航空器系统安全要求》（GB/T 42590-2023），该标准适用于除航模之外的微型、轻型和小型民用无人机，提出了电子围栏、远程识别、应急处置、结构强度、机体结构、整机跌落、动力能源系统、可控性、防差错、感知和避让、数据链保护、电磁兼容性、抗风性、噪声、灯光、

标识、使用说明书等 17 个方面的强制性技术要求及相应的试验方法。《植保无人飞机》(GB/T 43071-2023) 文件规定了植保无人飞机的产品型号编制规则、安全要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。适用于喷施液态农药及肥料的植保无人飞机。《航空施用农药操作准则》(GB/T 25415-2010) 标准规定了基本要求和操作规程, 包括飞行高度、速度、施药液量, 以及药剂选择如悬浮剂, 禁用粉剂。安全方面, 设置隔离区和操作人员防护装备也在其中。此外, 应用范围明确适用于农业、园林, 卫生防疫可参照执行。同时与《农药安全使用标准》(GB/T 4285-1989) 共同构成航空施药安全技术体系, 填补我国农用航空施药操作规范的空白。

行业标准《农用航空器喷施技术作业规程》(NY/T 1533-2007), 规定了使用农用航空器进行喷施作业的技术规程和安全防护, 适用于农药防治农作物病虫害、林木和草原病虫害, 以及施肥等农业航空作业。《肥料合理使用准则 通则》(NY/T 496-2010) 和《肥料合理施用技术指南》(NY/T 3034-2021) 规定了肥料的科学使用。

湖北省地方标准《农用无人航空器水稻施肥技术规程》(DB42/T 2074-2023) 确立了农用无人航空器水稻施肥程序, 规定了过程中的作业条件、作业准备、施肥作业等内容, 描述了过程记录等证实方法。安徽省地方标准《植保无人飞机农田施药作业技术规范》(DB34/T 3663-2020) 规定了植保无人飞机农田施药作业的总体要求、作业人员、选用要求、药剂选择与使用要求、施药作业参数、作业要求、维护要求、安全注意事项及紧急事故处理。该标准适用于空机质量不大于 116Kg, 最大起飞质量不超过 150Kg 的自主飞行植保无人飞机进行农田植保作业、药剂选用与配制时使用, 其它类型植保无人飞机可参照使用。辽宁省盘锦市地方标准《植保无人飞机喷施农药防治水稻病虫害技术规程》(DB2111/T 0028-2023) 规定了植保无人飞机喷施农药防治水稻病虫害的术语定义、基本要求、病虫害种类和防治适期、施药作业。

5.3 技术状况

与之相关的湖北省《农用无人航空器水稻施肥技术规程》(DB42/T 2074-2023)、安徽省《植保无人飞机农田施药作业技术规范》(DB34/T 3663-2020)、辽宁省盘锦市《植保无人飞机喷施农药防治水稻病虫害技术规程》(DB2111/T 0028-2023) 虽已实施, 但全国范围内仍缺乏针对以农用无人机为载体, 叶面肥、植物生长调节剂、杀菌剂和杀虫剂等科学合理混配喷施为核心的无人机水肥药“一喷多促”标准化技术文件。

编制团队广泛查阅并引用了大量的文献和资料,这些资料不仅包括国内外权威的学术研究成果、专业技术书籍,还涵盖了行业内的最新报告和技术动态。这些文献和资料为规程的编制提供了坚实的科学依据和参考,使得规程的内容更加严谨、全面。由此可见,南方水稻无人机水肥药“一喷多促”相关技术已基本完善成熟,具有制定团体标准的基础。

6、标准内容说明

6.1 范围

文件确立了南方水稻无人机水肥药“一喷多促”的程序,规定了利用农用无人机对南方水稻喷施叶面肥、农药的基本要求、过程中的无人机作业条件、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、水肥药科学配伍、施肥施药喷施作业参数记作业流程等内容,描述了水稻肥药推荐配方,无人飞机水肥药“一喷多促”推荐施药参数等。

本文件适用于南方水稻无人机水肥药“一喷多促”作业的生产管理和指导。

6.2 规范性引用文件

该部分规定了本标准的规范性引用文件,包括国家标准和行业标准,其最新版本(包括所有的修改)适用于本文件。这些文件对本标准的应用是必不可少的。

6.3 术语和定义

该部分对于本标准涉及到的水肥药“一喷多促”、无人机、水稻无人机水肥药变量精准喷施专家辅助系统等术语进行了解释说明。

6.4 基本要求

该部分对生无人机及作业质量要求、叶面肥选择与使用、农药选择与使用、助剂选择与使用要求和水肥药科学配伍进行规定。

6.5 南方水稻无人机水肥药“一喷多促”施用技术

该部分规定了作业环境、作业准备、飞行参数、水肥药配置、喷施作业等内容。

6.6 效果评估与调整

该部分规定了生长检测、数据分析和持续优化等内容。

6.7 注意事项

该部分规定了持证上岗、天气条件、作物安全、环境保护、设备维护等内容。

7、与现行法律、法规、标准的协调性

本标准以严格遵循了国家、行业及地方的相关标准与规范，这些文件构成了规程实施的重要法律和技术基础，没有违反相关法律法规及强制性标准。

具体而言，这些标准与规范可能包括但不限于《民用无人驾驶航空器系统安全要求》(GB 42590-2023)、《植保无人飞机》(GB/T 43071-2023)、《肥料标识 内容和要求》(GB 18382-2021)、《含有机质叶面肥》(GBT17419-2018)、《微量元素叶面肥料》(GB/T 17420-2020)、《航空施用农药操作准则》(GB/T 25415-2010)、《农药安全使用标准》(GB 4285-1989)、《农用航空器喷施技术作业规程》(NY/T 1533-2007)、《肥料合理使用准则 通则》(NY/T 496-2010)、《肥料合理施用技术指南》(NY/T 3034-2021)、《农用无人航空器水稻施肥技术规程》(DB42/T 2074-2023)、《植保无人飞机农田施药作业技术规范》(DB34/T 3663-2020)、《植保无人飞机喷施农药防治水稻病虫害技术规程》(DB2111/T 0028-2023)等，它们不仅规定了无人机喷施作业的全流程控制要求，还对设备性能、作业环境、人员资质等方面做出了明确规定。通过严格遵守这些标准与规范，能够确保南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范在应用过程中的安全性、有效性和合规性。

8、对标准贯彻的建议

建议在广东省农业农村厅等业务主管单位的监督指导下，通过各种途径和方式，多维度协同（标准宣传、技术支撑、示范验证、动态跟踪），向社会大众广泛宣传和推广水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范的理念、原则、方法和成果，以提高社会对水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范的认知度和接受度，促进水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范的有效实施和应用。它不仅是标准化工作的重要环节，也是从文本到实践的转化，最终服务于水稻产业高质量发展。

9、对标准性质的建议

建议本标准作为推荐性标准发布。