

团体标准《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》编制说明（征求意见稿）

一、任务来源

根据《广西农业农村产业振兴促进会关于〈芒果果实中有机酸测定 高效液相色谱法〉等 6 项团体标准立项的通知》文件要求，本标准由广西壮族自治区农业科学院提出，广西壮族自治区农业科学院、农业农村部环境保护科研监测所等单位共同起草。

二、制定标准的必要性和意义

（一）政策依据

2021 年 11 月，中华人民共和国生态环境部在《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》要求，深入开展农用地土壤镉等重金属污染源头防治行动。2023 年 1 月 2 日国务院在《关于做好 2023 年全面推进乡村振兴重点工作的意见》中提出了“加强农用地土壤镉等重金属污染源头防治。强化受污染耕地安全利用和风险管控”的工作要求；2022 年 4 月广西壮族自治区生态环境厅在《广西 2022 年度土壤污染防治工作计划》中提出了“总结有效的农用地安全利用与修复技术模式，组织一批土壤污染面积较大的县(市、区)开展农用地安全利用示范，持续推进受污染耕地安全利用”的重点任务。2022 年 1 月，农业部、发改委、科技部、工信部等部门在《“十四五”全国农业发展规划》中明确提出：推广高效施药器械，重点推广植保无人机等，逐步淘汰背负式手动喷雾机，扫架式喷枪等。

本标准依据以上政策要求制定，符合近两年政策的需要，对农业农村现代化建设、乡村振兴具有重要意义。

（二）研究背景

水稻是我国的主要粮食作物，在农业生产中占有重要地位。我国有近 2/3 的人口以大米为主食，水稻对保障粮食安全具有重要作用。但当前稻米镉（Cd）等重金属超标问题不容忽视，已经严重影响到我国粮食安全甚至人类社会的可持续发展。因此，减少 Cd 在稻米中的积累与富集，降低我国人群的 Cd 暴露风险已

刻不容缓。在所有 Cd 污染土壤修复技术中，叶面阻控技术是近年来兴起的降低水稻 Cd 积累的重要农艺调控措施之一。科学选择、合理喷施叶面阻控剂，通过调控水稻对重金属 Cd 的吸收、转运和代谢，或调节 Cd 在植株体内的积累，从而降低稻米 Cd 含量，是一种易操作、低成本的污染耕地安全利用技术。以往喷施叶面阻控剂一般以人工喷施为主要手段，而由前人对人工喷施农药和利用无人机喷施农药的对比研究可知，相较于无人机喷施，人工喷施农药不仅劳动强度大、劳动力成本较高，还存在漏喷、农药水雾难以到达水稻中下部叶片等问题，从而导致农药的有效利用率低，而利用无人机喷施农药则更为均匀、效率更高、劳动力投入成本更低，由此可推测，利用无人机喷施叶面阻控剂同样可提高其喷施效率减少劳动成本。此外，叶面阻控剂的选择在稻米镉阻控过程中也至关重要，若叶面阻控剂选择不当也会导致技术效果不佳，达不到最理想的降镉效果。当前叶面阻控剂主要包括 3 类：非金属元素型叶面阻控剂[硅（Si）、磷（P）和硒（Se）等]、金属型元素叶面阻控剂[锌（Zn）、锰（Mn）和铁（Fe）]以及有机型叶面阻控剂（氨基酸、有机酸等小分子酸）。在大田试验中，叶面喷施锌锰肥对不同小麦品种籽粒中的 Cd 含量都有显著的降低作用，同时还能增加小麦产量。无人机技术由于其作业效率高、喷施精准、人工成本低且操作简便的优势，近年来成为农业“新宠”。但目前学术界研究较多的主要是将无人机技术应用于农药喷洒以及病虫害防治上，鲜少报道将无人机应用于喷施叶面阻控剂以减轻植物受土壤重金属污染胁迫的研究。将降镉效果显著的锌锰型叶面阻控剂与无人机喷施技术相结合，是一种操作方便、成本低廉、喷施时间自由的污染控制新技术，可大规模推广应用。无人机作业效果受多种飞行参数的影响，如喷嘴的排列间距及类型、飞行的速度及高度、风速及温度等，这些参数将通过影响雾滴在田间叶片上的穿透率、沉积量和均匀度，从而影响其作业效果。在所有影响无人机作业效率的飞行参数中，飞行速度与高度最为关键。因此，制定广西团体标准《水稻叶面阻控剂无人机喷施技术规程》对广西采用无人机喷施叶面阻控剂具有重要意义。

三、主要起草过程

（一）成立标准编写组

团体标准《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》项目任务下达后，广西壮族自治区农业科学院成立了标准编写组，制定了起草编写方案与进度安排，明确

任务职责，确定工作技术路线，开展标准研制工作。

标准编写组负责起草标准草案、征求意见稿、送审稿及编制说明的编写工作，包括后期召开征求意见会、网上征求意见、定向征求意见等，以及标准的不断修改和完善，标准发布后，组织相关单位、企业和农民开展标准宣贯培训会，对标准进行详细解读，让相关的工作人员了解标准，并根据标准进行操作，保证水稻叶面阻控剂喷施效果，并对标准实施情况进行总结分析，不断对该团体标准提出修正意见。

（二）收集整理文献资料

标准编写组在中国标准服务网(<https://www.cssn.net.cn/cssn/index>)查询与“无人机作业”相关的标准，结果显示如下：

NY/T 1533—2007《农用航空器喷施技术作业规程》、NY/T 3213—2018《植保无人驾驶航空器 质量评价技术规范》、DB14/T 2061—2020《谷子无人机叶面肥喷施技术规程》、DB14/T 2062—2020《荞麦无人机叶面肥喷施技术规程》、DB21/T 3220—2020《植保无人机水稻作业技术规程》、DB37/T 3940—2020《植保无人机防治小麦病虫害作业技术规程》、DB53/T 1213—2023《木本油料叶面肥农药无人机喷施技术规程》、DB1305/T 126—2019《金银花无人机叶面肥喷施技术规程》、DB2111/T 0028—2023《植保无人飞机喷施农药防治水稻病虫害技术规程》、B65/T 4317—2020《农用无人机喷施棉花脱叶剂作业技术规范》、DB1509/T 0007—2023《植保无人机防治马铃薯病虫害药剂喷洒作业规范》、DB3308/T 138—2023《农用植保无人机作业操作规范》、DB4017/T 449—2020《农业植保无人机安全作业技术规程》、DB36/T 995—2017《农业植保无人机安全作业操作规范》、DB45/T 1330—2016《电动旋翼植保无人机技术条件》、DB45/T 1961—2019《小型气象无人机外场作业规范》。

从以上标准情况可看出，2项行业标准，其余都是省外的地方标准，2项广西地方标准是关于“无人机”，但暂未有与“叶面阻控剂无人机喷施”相关的广西地方标准和团体标准。因此，针对当前农田重金属镉污染的现状，围绕着稻米质量安全的目标制定广西团体标准《水稻无人机阻控剂无人机喷施技术规程》，以指导和规范水稻叶面阻控剂的喷施作业，保障稻米产品质量安全和无人机操作的安全。

（三）研讨确定标准主体内容

标准编写组在对收集的资料进行整理研究之后，标准编写组召开了标准编制会议，对标准的整体框架结构进行了研究，并对标准的关键性内容进行了初步探讨。经过研究，标准的主体内容确定为基本要求、作业准备、作业要求、作业后处理、作业档案。

（四）调研、形成征求意见稿

2024年4月-2024年9月，标准起草工作小组进行了广泛实地调研工作，查阅大量国内外文献资料，对无人机喷施水稻叶面阻控剂的研究成果进行系统总结。形成了标准的基本构架，对主要内容进行了讨论并对项目的工作进行了部署和安排。并在前期工作的基础之上，通过理清逻辑脉络，整合已有的参考资料中有关无人机喷施水稻叶面阻控剂的技术要点，并结合当前实际生产的需要，按照简化、统一等原则编制完成团体标准《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》（草案）。

2024年10-2025年2月，向涉及相关领域的部门及专家征求团体标准《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》（草案）意见。根据标准要点框架技术内容，再次修改标准草案，形成团体标准《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》（征求意见稿）及编制说明（征求意见稿）。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规的关系，与有关国家标准、行业标准的协调情况

经查阅，国内外未制定有与无人机喷施水稻叶面阻控剂的相关标准。

本标准根据 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》规定的格式编写，本标准的内容与现行的法律、法规及国家标准、行业标准无冲突，并承诺本标准内容与各项指标不低于国家标准和行业标准。

五、标准的主要内容及关键技术数据来源、依据

（一）主要内容

本文件规定了重金属污染稻田水稻叶面阻控剂无人机喷施防控作业的基本要求、作业准备、作业要求、作业后处理、作业档案的技术要求。

本文件适用于 NY/T 3176—2017 中 II 类生产区的无人机喷施水稻叶面阻控

剂。

(二) 主要章节内容及确定依据

1. 无人机防治作业基本要求

(1) 对风速、能见度、降雨、温度、湿度的作业气象条件作出要求。

(2) 对无人机作出要求。无人机除了应符合 NY/T 3213 相关规定外，还应具备自主飞行、断点续喷、随速（变量）喷雾、高精度定位、作业过程及数据可视化等必备功能。无人机应具有避障、限高、限速、限距功能，采用全自动飞行作业的，应提前规划好航线、航点、飞行速度、飞行高度、自动起降点等。

(3) 对作业人员作出要求。飞手应获得相关机构的培训合格证书，并符合 NY/T 1775 和 AC-61-FS-2013-20 的规定。辅助人员包括叶面阻控剂配制、灌装人员以及地面指挥人员，应熟悉作业流程，并做好个人防护。

(4) 对药剂作出要求

①科学选用叶面阻控剂。优先选用无人机专用型叶面阻控剂，所选择的叶面阻控剂要求在低稀释倍数情况下均匀分散悬浮或乳化，不出现絮凝、沉淀等现象。宜选择含有硅类、锰锌类、硒类、氨基酸类等符合 NY 1110 规定的水溶性肥料作为叶面阻控剂。

②规范添加飞防助剂。应在药液中添加改性植物油、矿物油等飞防专用助剂，并混合均匀。

(5) 对配置作出要求。准确量（称）取所需要的药量，配制母液，并对其包装物进行清洗，用干净的水进行二次稀释至规定浓度。

2. 作业准备

对叶面阻控剂的选择、喷施时间作出要求。

3. 作业要求

(1) 作业参数选定要求：根据水稻叶面阻控剂无人机喷施作业，制定适宜的防治方案，确定施药液量、喷幅、作业高度、飞行速度。

(2) 作业现场要求：作业人员应全程配备必要的防护用品及必要的修理工具。根据作业情况观察无人机工况按照要求作出相应措施，并做好紧急事故处理的应急预案。

4. 作业后处理

一是要做好现场清理。对剩余的叶面阻控液和包装容器等进行妥善处理，不得随意倾倒、丢弃以免造成土壤、空气和水源等环境的污染。。

二是要做好无人机清洁维护。作业完成后，宜使用清水进行喷洒，清洁整个喷洒系统并进行保养。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准研制过程中无重大意见分歧。

七、实施标准的措施

目前，无人机作业是很普遍的喷药手段，但是因无人机飞防喷雾发生的投诉事件也时常发生。标准发布实施后，为确保团体标准《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》推广应用，广西壮族自治区农业科学院及相关机构将举办培训班或宣贯会，充分利用公众号、网站和刊物等媒介，发布宣传新闻稿，协同刊登印发团体标准《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》，制作宣传标牌、标语，积极营造良好的标准化氛围，提高无人机标准化作业。

八、其他应当说明的事项

无。

《无人机喷施水稻叶面阻控剂技术规程》团体标准编写组

2025年2月20日