

ICS

CCS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL — 2026

# 农用无人机植保作业技术规范与质量评价 方法

Technical Specifications and Quality Evaluation Methods for Agricultural UAV Plant  
Protection Operations

（工作组讨论稿）

（本草案完成时间：2026-01-22）

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言 ..... II

1 引 言 ..... 1

2 范围 ..... 1

3 规范性引用文件 ..... 1

4 术语和定义 ..... 2

5 作业技术要求与规范 ..... 3

6 作业质量评价方法 ..... 5

7 标准实施与监督 ..... 6

8 附则 ..... 6

## 前 言

本文件依据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》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。

本文件由广西产学研科学研究院提出并宣贯。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

# 农用无人机植保作业技术规范与质量评价方法

## 1 引言

农用无人机植保作业是现代农业高新技术装备与精准农业理念深度融合的核心实践，是推进农业机械化向全程全面高质高效升级的重要支撑，对保障国家粮食安全、提升病虫害绿色防控能力、促进农药减量增效、守护农业生态安全具有战略性意义。近年来，我国农用无人机植保产业实现跨越式发展，作业面积稳步扩大、技术应用不断深化，但行业发展中仍存在作业技术流程不统一、操作规范不健全、质量评价体系不完善等突出问题，导致作业质量参差不齐，不仅制约技术应用效能发挥，还存在生态环境与农产品质量安全潜在风险，影响产业高质量发展。为贯彻落实《中华人民共和国农业法》《中华人民共和国标准化法》《“十四五”全国农业机械化发展规划》等法律法规与国家战略部署，规范全国范围内农用无人机植保作业行为，提升作业质量与综合效益，筑牢人、机、环境安全防线，推动农业航空植保产业标准化、专业化、绿色化发展，依据《团体标准管理规定》，结合我国不同区域农业生产实际与产业技术发展水平，特制定本标准。本标准明确农用无人机植保作业全流程技术要求、操作规范及质量评价指标体系与方法，为全国范围内作业服务组织、从业人员、设备制造商、行业管理部门及第三方评价机构提供统一技术依据和工作指南。标准研制严格遵循“科学先进、实用可行、统筹协调”原则，充分吸纳国内前沿技术成果与实践经验，确保与现行国家标准、行业标准协调衔接，兼顾不同作物类型、种植模式及区域农业生产特点，具备广泛适用性与可操作性。

## 2 范围

本标准规定了农用无人机（以下简称“无人机”）植保作业的基本要求、作业前准备、作业实施、作业后处理、安全管理及作业质量评价指标与方法。本标准适用于以电动多旋翼、单旋翼无人机为主要机型，开展大田作物、经济作物、果树、林木等植物病虫害防治及叶面肥、生物刺激素等液态物料施用的植保作业。其他类型民用航空器农业植保作业可参照本标准执行。

## 3 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本文件。

GB 10395.6-2021 农林机械 安全 第6部分：植物保护机械

GB/T 24689.1-2021 植物保护机械 喷雾机 第1部分：试验方法

GB 12475-2021 农药贮运、销售和使用的防毒规程

GB/T 30012-2013 无人机系统通用要求

NY/T 3213-2018 植保无人飞机 质量评价技术规范

HB 8512-2014 民用无人机系统通用要求

《中华人民共和国民用航空法》（2021年修正）

《农药管理条例》（国务院令第677号，2017年修订）

《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（国务院、中央军委令第761号）

《空中喷洒（撒）作业飞行安全运行规范》（AC-91-FS-2019-31）

## 4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

4.1 农用无人机 agricultural UAV：符合国家民用无人机安全管理相关规定，用于农业、林业植物保护作业的无人驾驶航空器系统，包含飞行平台、飞行控制系统、任务载荷（喷洒系统）、数据链路系统及地面站等核心组件。

4.2 植保作业 plant protection operation：利用无人机搭载专用喷洒设备，将农药（杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长调节剂等）、叶面肥、生物农药等液态物料雾化后精准喷洒至目标作物的作业过程。

4.3 作业质量 operation quality: 无人机植保作业后, 在药剂沉积分布均匀性、雾滴粒径控制、飘移防控效果、病虫草害防治成效及农药减量等方面达到预定技术要求的程度。

4.4 喷幅 spray width: 无人机单次航线作业时, 在作物冠层或地面形成的有效喷洒宽度, 不包含无效飘移区域。

4.5 雾滴粒径 droplet size: 喷雾形成的雾滴体积中值直径 (VMD), 以微米 ( $\mu\text{m}$ ) 为单位, 是评估雾化质量与飘移风险的核心指标。

4.6 雾滴沉积密度 droplet deposition density: 单位面积 (通常为平方厘米) 内沉积于目标作物表面的雾滴数量, 是衡量喷洒均匀性的关键指标。

4.7 飘移 drift: 喷洒过程中, 雾滴未沉积于预定目标作物区域, 受气流影响迁移至非目标区域 (如水源、居民区、敏感作物区) 的现象。

## 5 作业技术要求与规范

作业单位与人员要求: 从事无人机植保作业的服务组织应具备合法经营资质, 建立健全安全生产管理制度、作业质量管控体系及应急处置机制, 配备必要的安全防护装备与检测工具。作业人员 (飞手) 应经具备相应资质的培训机构培训合格, 取得国家认可的操作资格证明, 熟练掌握无人机操作技术、植保专业知识、农药安全使用规范及突发事件处置流程。每架作业无人机应至少配备 1 名主飞手和 1 名辅助观察员, 辅助观察员需经安全培训合格, 负责作业区域警戒、环境监测及应急协助。无人机系统要求: 作业用无人机系统应符合 NY/T 3213-2018、GB/T 30012-2013 及 HB 8512-2014 的相关要求, 具备有效的产品合格证明及国家规定的登记标识。飞行平台应具备良好的环境适应性, 能承受田间复杂地形与气象条件; 飞行控制系统应具备稳定的自主飞行、精准航线规划、断点续喷、仿地飞行 (适应丘陵山地等复杂地形)、飞行参数实时监测与数据存储等功能。喷洒系统应由药箱、动力泵、输送管路、雾化装置 (喷头或离心雾化器) 及控制单元组成, 药箱材质应与各类农药、肥料兼容, 无溶胀、渗漏现象; 喷洒流量连续可调且稳定性符合 GB/T 24689.1-2021 要求, 雾化装置应根据作业需求精准调控雾滴粒径。无人机最大起飞重量不应低于 15 公斤, 药箱额定容量不应少于 10 升, 以保障连续作业效率; 应配备前向及侧向避障系统, 具备失联返航、低电量返航、药量不足报警、紧急迫降等失效保护功能。作业前准备: 现场勘察与方案制定 作业前应开展全面实地勘察, 明确作业区地形地貌、障碍物分布 (电线杆、输电线、树木等)、作物种类、生长阶段、种植密度、病虫害发生程度及周边敏感区域 (水源地、居民

区、学校、蜂场等）分布情况。依据勘察结果及病虫害防治目标，制定科学可行的作业方案，明确作业时间、药剂品种与用量、稀释比例、喷洒液量、飞行参数（高度、速度、喷幅）、航线规划、安全防护措施及应急处置预案等核心内容。药剂配制，严格遵循 GB 12475-2021 及《农药管理条例》规定，使用符合国家标准的水源，采用二次稀释法配制喷洒液，确保药剂充分溶解、混合均匀。配制过程中应做好个人防护，配备专用配制工具，严禁在水源地、作物收获区等区域直接配制。配制完成的喷洒液需经过滤后加入药箱，防止杂质堵塞喷头。设备检查与调试，作业前对无人机进行全面检查，确认机身结构完整、螺旋桨安装牢固、电池电量充足、喷洒系统密封良好且管路通畅；通过地面站完成飞行控制系统自检，规划并校验作业航线，确保航线覆盖完整、无重叠遗漏。进行不少于 3 分钟的试喷作业，检查雾化状态、喷洒均匀性及流量稳定性，发现问题及时整改。信息备案 提前获取作业区域空域使用许可，按规定向当地农业农村、民航管理等部门报备作业信息（含作业时间、地点、面积、作物类型、药剂品种、无人机型号及操作人员信息等）。下载更新作业区域高清地图，确保卫星信号接收稳定。建立作业台账，详细记录备案信息、设备检查结果、药剂配制情况等。作业实施规范：气象条件要求，作业应在适宜气象条件下进行，风速不应超过 4 米/秒（三级风及以下），无降水、大雾、沙尘等恶劣天气，作业环境温度宜为 15℃~35℃，相对湿度不低于 50%。避免在晴天中午高温时段作业，减少药剂蒸发与雾滴飘移；严禁在雷雨、大风、低温冻害等天气条件下作业。现场安全管控，起飞前清理作业区域净空环境，设置安全警戒区，确保无关人员撤离至 30 米以上安全距离；在作业区域周边敏感点设置警示标识，安排专人值守。作业参数设定，常规大田作物作业时，喷头距作物冠层高度宜为 1.5 米~3.0 米，飞行速度宜为 4 米/秒~6 米/秒；喷幅设定应结合机型、喷头类型及飞行参数确定，一般为 3 米~6 米，相邻航线喷幅重叠率控制在 10%~20%，确保喷洒无遗漏。雾滴粒径根据防治对象调整，病虫害防治作业地面沉积雾滴 VMD 宜为 100 μm~200 μm；冠层穿透性作业可适当减小雾滴粒径，但需采取防飘移措施。作业过程管控，采用自主飞行模式按规划航线作业，主飞手实时监控无人机飞行状态、航线偏差及设备参数，辅助观察员全程监测周边环境，及时预警障碍物、人员闯入等风险。作业人员应规范佩戴口罩、手套、防护服等防护用品，严禁在作业现场吸烟、饮食。实时监测药箱余量与电池电量，提前规划补给点，确保作业连续性；发现喷头堵塞、设备故障等问题，应立即停机处置。作业后处理：作业结束后，操控无人机飞离作物区至指定安全区域降落，关闭动力系统。立即对无人机机身、机架进行清洁，去除药剂残留；用清水对药箱、动力泵、输送管路及雾化装置进行彻底清洗，至少清洗 3 次，清洗液应收集后喷洒至非敏感区休耕地，严禁随意倾倒污染环境按设备维护手册要求开展定期保养，检查螺旋桨磨损情况、电池性能及喷洒系统密封性，及时更换损坏部件。导出并归档作业数据（含飞行轨迹、作业面积、用药量、飞行参数等），归档数据保存期限不少于 2 年，确保可追溯。剩余农药按 GB 12475-2021 规定

妥善储存或交由专业机构处置，严禁随意丢弃。对作业区域作物生长状况、病虫害防治效果进行初步观察记录。安全管理要求：严格遵守《中华人民共和国民用航空法》《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》等规定，落实空域使用许可制度，严禁在禁飞区、限飞区未经批准开展作业。作业时无人机应始终处于操作人员视距范围内（特殊经批准的作业除外），视距作业半径不应超过 500 米，高度不应超过 120 米；夜间作业需配备专业照明设备、防撞标识及应急通讯装备，确保作业安全。电气安全、化学品安全、起降安全及个人防护应符合 GB 10395.6-2021、HB 8512-2014 等标准要求。作业服务组织应定期开展安全培训与应急演练，完善无人机坠毁、人员中毒、药液泄漏、火灾等突发事件应急预案，配备应急救援物资，发生事故时及时启动应急响应并按规定上报。

## 6 作业质量评价方法

评价指标体系：无人机植保作业质量评价指标体系涵盖喷雾雾化质量、雾滴沉积分布质量、作业面积准确性、防治效果及农药减量效果五大核心维度，各指标要求如下：喷雾雾化质量，以雾滴体积中值直径（VMD）及相对跨度为核心指标，VMD 应控制在  $100\ \mu\text{m}\sim 200\ \mu\text{m}$ ，相对跨度不应大于 1.5，确保雾化均匀性。雾滴沉积分布质量，包含雾滴沉积密度、覆盖率及沉积均匀性：目标作物关键部位（叶片正面）雾滴沉积密度不应低于 15 滴/平方厘米，覆盖率不应低于 15%；沉积均匀性用变异系数（CV）表示，行内变异系数不应大于 40%，行间变异系数不应大于 30%。作业面积准确性，无人机飞行记录作业面积与实测面积相对误差应控制在  $\pm 5\%$  以内。防治效果，病虫草害防治效果不应低于 85%；作业后目标作物无明显药害症状；农药使用量较常规人工喷洒减少 10% 以上（特殊作物、病虫害类型除外）。飘移控制效果，作业区下风向 50 米处非目标区域雾滴沉积密度不应超过 1 滴/平方厘米。评价方法：雾滴沉积分布与雾化质量测试，采用水敏纸或专用采样卡纸作为载体，在作业区选取 3 个以上代表性区域，按对角线或棋盘式布置采样点，每个区域设置不少于 3 条采样线，每条采样线设置不少于 5 个采样点，将采样载体水平固定于作物冠层关键部位。无人机按正常作业参数喷洒添加 0.1% 示踪剂（诱惑红）的清水，作业结束后回收采样载体并晾干。使用雾滴分析扫描仪及专业软件处理采样图像，获取雾滴沉积密度、覆盖率、VMD 及相对跨度等数据，计算平均值与变异系数。在作业区下风向 50 米、100 米处设置飘移采样点，同步开展飘移测试。作业面积准确性验证，采用精度不低于 1 米的 GPS 测量仪实地测量作业区域面积，测量方法符合相关测绘标准；提取无人机飞行管理系统记录的累计作业面积，计算两者相对误差。防治效果与农药减量调查，参照农业行业病虫害测报调查规范，在作业区与对照区（不施药或常规人工施药区）采用五点取样法或平行跳跃法，分别调查作业前病虫草害基数及作业后 7~15 天（根据病虫害发生规律调整）存活数、为害指数，计算防治效果。同步记录作业区与对照区农药使用量，核算农药减

量比例。观察并记录作物药害发生情况，按相关标准评定药害等级。评价结果判定：作业质量评价实行综合判定制，所有核心指标均达到本标准 5.1 条要求的，判定为“合格”；雾滴沉积密度、防治效果、飘移控制效果等关键指标中有 1 项及以上未达标的，判定为“不合格”；其他指标未达标的，判定为“基本合格”，需限期整改后复核。可建立分级评价体系（优秀、良好、合格、不合格），分级阈值由行业主管部门结合技术发展水平细化完善。评价完成后形成正式评价报告，明确记载评价依据、范围、方法、测试数据、结果及整改建议。

## 7 标准实施与监督

本标准由牵头制定单位负责解释，解释内容应报国家农业农村部、国家标准化管理委员会备案。国家鼓励全国从事农用无人机植保作业的服务组织、培训机构、设备制造商、科研单位及相关管理部门采纳应用本标准。农业农村、民航、市场监管等部门依据职责分工，将本标准作为行业指导、监督检查及质量认证的重要依据，推动标准有效实施。支持行业协会、第三方评价机构依据本标准开展作业质量检测、认证及技术服务，建立作业质量信用评价体系，实行信用分级管理。作业服务组织应建立内部质量管控机制，定期开展作业质量自查自纠，主动接受行业监管与社会监督。本标准实施后，牵头制定单位应联合相关部门开展标准实施效果评估，根据农业生产实际、技术创新成果及产业发展需求，适时向国家标准化管理委员会、农业农村部提出标准修订建议，保障标准的科学性、时效性与先进性。

## 8 附则

8.1 本规范自发布之日起试行，在试行过程中应根据国家新出台的法律法规、政策标准及实践反馈及时进行修订完善。

8.2 各研学旅行基地（营地）可依据本规范，结合自身实际情况，制定更为具体的实施细则。

8.3 本规范中所引用的国家、行业标准若经修订，其最新版本自动适用于本规范。

---