

ICS

T/GXDSL

团体标准

T/GXDSL 198—2025

## 农产品采后无人机物流运输通用技术要求

General Technical Requirements for UAV Logistics Transportation of Post-Harvest  
Agricultural Products

征求意见稿

2025 - - 发布

2025 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言 ..... II

一、引言 ..... 1

二、范围 ..... 1

三、规范性引用文件 ..... 1

四、术语和定义 ..... 2

五、基本要求 ..... 2

六、无人机系统技术要求 ..... 3

七、包装与装载容器要求 ..... 4

八、温控管理要求 ..... 4

九、作业流程规范 ..... 4

十、安全与应急管理 ..... 4

十一、质量控制与追溯 ..... 5

十二、维护保养 ..... 5

十三、检验与试验方法 ..... 5

十四、运输服务评价 ..... 5

十五、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。

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。

# 农产品采后无人机物流运输通用技术要求

## 一、引言

农产品采后物流是连接农业生产与消费市场的重要环节，其效率和质量直接影响农产品的新鲜度、商品价值和农民收益。传统农产品物流体系面临“最初一公里”运输困难、多次装卸损耗大、冷链覆盖不足等挑战，特别是在山区、丘陵等交通不便地区更为突出。无人机物流技术以其灵活高效、点对点直达、少受地形限制等优势，为农产品采后运输提供了创新解决方案。通过无人机运输，能够显著缩短农产品从田间到预处理中心或集散点的时间，减少中间环节，降低损耗率，对于保障农产品品质、提高流通效率、增加农民收入具有重要意义。

当前农产品无人机物流运输尚处于发展初期，在技术标准、作业规范、安全保障、质量管控等方面缺乏统一要求，制约了该技术的规模化、商业化应用。为规范和引导农产品采后无人机物流运输健康发展，建立科学、系统、可操作的技术标准体系，特制定本规范。本规范针对农产品采后运输的特殊需求，从无人机系统、包装容器、温控管理、作业流程、安全规范、质量控制等方面提出全面技术要求，旨在为无人机物流服务商、农产品生产经营者、行业管理部门及相关技术单位提供技术依据和操作指南。本规范的制定遵循《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》《农产品质量安全法》《冷链物流分类与基本要求》等国家法律法规及标准，并结合农产品物流特性和无人机技术发展现状，确保规范的科学性、先进性和实用性。

## 二、范围

本规范规定了农产品采后无人机物流运输的术语和定义、基本要求、无人机系统技术要求、包装与装载容器要求、温控管理要求、作业流程规范、安全与应急管理、质量控制与追溯、维护保养、检验与试验方法等内容。

本规范适用于使用无人机进行的新鲜水果、蔬菜、食用菌、花卉等农产品从产地采收点至预处理中心、集散点或销售端的短途运输活动。其他农产品及类似运输场景可参照执行。

## 三、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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统 术语
- GB/T 41798-2022 民用无人机产品安全要求
- MH/T 1069-2018 轻小型无人机航空摄影测量作业规程
- MH/T 2018-2022 民用无人机驾驶员管理规定
- GB/T 40754-2021 农产品物流包装容器通用技术要求
- GB/T 38820-2020 冷链运输包装通用规范
- GB/T 42442.1-2023 生鲜农产品物流温控技术要求 第1部分：水果、蔬菜

《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）

《民用航空危险品运输管理规定》（交通运输部令 2021 年第 6 号）

《农产品质量安全追溯操作规程》（农业农村部公告第 385 号）

#### 四、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### （一）农产品采后无人机物流系统

专门用于农产品采后运输的无人机集成系统，包括无人机平台、专用货舱、环境控制系统、定位通信系统、地面控制站及配套设施组成的完整系统。

##### （二）最大商载能力

在标准大气条件和平坦地面起降条件下，无人机能够安全运输的最大农产品净重量。

##### （三）货舱环境控制系统

用于维持货舱内温度、湿度、气体成分等环境参数在设定范围内的控制系统。

##### （四）冷链运输模式

运输过程中货舱温度始终保持在农产品适宜保鲜温度范围内的运输方式。

##### （五）运输时效性

农产品从装载完成到送达指定地点的时间符合率。

##### （六）振动等级

运输过程中货舱内农产品所受振动加速度的级别划分。

#### 五、基本要求

从事农产品采后无人机物流运输的经营主体应取得相应经营资质，并按规定完成无人机实名登记。运输服务应纳入企业质量管理体系，建立完善的安全管理制度、操作规范和质量控制程序。作业人员应持有民用无人机驾驶员相应等级执照，其中飞手应具有不少于 100 小时的同类型无人机飞行经验，并接受农产品特性及运输要求专项培训。运输作业前必须按规定完成空域申请和飞行计划报批，获得许可后方可实施。应建立风险评估机制，针对不同农产品特性、运输距离、环境条件等制定专项运输方案。所有运输活动应购买足额第三者责任险和货物运输险。建立完整的运输记录档案系统，保存期限不少于 3 年。

## 六、无人机系统技术要求

### （一）整机性能

用于农产品运输的无人机最大起飞重量应根据运输需求确定，一般不小于 30kg。最大商载能力应不低于 15kg，在海拔 1000 米以下区域作业时，有效商载应不低于标称值的 90%；海拔 1000-2000 米区域应不低于 80%。巡航速度宜在 10-15m/s 范围内可调，悬停精度应优于 $\pm 0.5$  米。抗风能力不低于 6 级（10.8-13.8m/s），在阵风条件下仍能保持稳定飞行。续航时间在满载情况下应不少于 25 分钟，并保留不少于 25%的应急电量。最大作业航程应不少于 10km，特殊设计机型可延长至 20km。

### （二）货舱系统

货舱容积应根据运输需求设计，最小有效容积不低于 30L。货舱结构应坚固轻便，采用食品级环保材料，内壁光滑无毛刺。应具备良好的密封性，防护等级不低于 IP54。货舱门应设计可靠的锁定机构，确保飞行中不会意外开启。货舱内部应设置货物固定装置，防止运输过程中货物移动碰撞。货舱应便于清洁消毒，每次使用前后应进行彻底清洁。

### （三）环境控制系统

冷链运输无人机应配备主动温控系统，控温范围 2-25℃可调，控温精度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。降温速率不低于 1℃/分钟，温度均匀性差异不大于 3℃。应配备温度监测装置，至少设置 3 个监测点（前、中、后），数据记录间隔不大于 1 分钟。对于特殊农产品（如蘑菇、浆果等），可配置湿度控制系统，湿度控制范围 85%-95%RH，控制精度 $\pm 5\%$ RH。气调运输无人机可配置气体调节系统，氧气浓度控制范围 1%-10%，二氧化碳控制范围 5%-20%，控制精度 $\pm 0.5\%$ 。

### （四）飞行控制系统

应配备高精度多模 GNSS 接收机（支持 GPS、北斗、GLONASS 等），定位精度优于 1 米（RTK 模式下可达厘米级）。飞控系统应具备自动航线飞行、精准起降、避障绕飞、应急返航等功能。避障系统应至少具备前向、下向障碍物探测能力，探测距离不小于 30 米，可识别最小障碍物尺寸不大于 0.1 米。应具备抗电磁干扰能力，在复杂电磁环境下仍能稳定工作。

### （五）通信系统

应具备双重通信链路，主链路采用 4G/5G 移动网络，备用链路采用专用数传电台。通信距离应不少于 10km，数据传输延迟不大于 200ms。应实现实时传输飞行状态、货舱环境参数、视频监控等信息至地面控制站。控制信号应加密传输，防止干扰和劫持。

### （六）动力系统

电动无人机应采用高能量密度电池，电池系统应具备智能管理功能，实时监测电压、电流、温度、电量等参数。电池容量应满足往返航程及 10 分钟应急备降需求。油动或混合动力无人机应确保在最大商载下仍有 30%的功率裕度。

## 七、包装与装载容器要求

包装容器应符合 GB/T 40754 和 GB/T 38820 的相关要求。应根据农产品特性选择合适的包装材料，鲜嫩农产品应采用防震缓冲包装，硬质果蔬可采用轻型包装。单个包装单元重量不宜超过 5kg，尺寸应与货舱尺寸匹配。包装应具有良好的堆码稳定性，运输过程中不会倒塌。冷链运输包装应具有良好的保温性能，在 2 小时内温升不超过 2℃。包装容器应设置农产品信息标签，包括品名、产地、采收时间、重量、保鲜要求等。装载时应轻拿轻放，合理摆放，确保重心平衡。总装载量不得超过无人机最大商载能力，装载后应固定牢固。

## 八、温控管理要求

温控管理应遵循 GB/T 42442.1 的相关规定。装载前应对货舱进行预冷，使货舱温度达到农产品适宜温度。装载作业应在 15 分钟内完成，避免长时间暴露。运输过程中应连续监测货舱温度，温度异常时应及时报警并采取应急措施。不同温度要求的农产品不得混装运输。对于不需要冷链运输的农产品，货舱温度应不高于 30℃。卸货后应及时对温度数据进行分析，评估运输过程温控效果。

## 九、作业流程规范

### （一）运输前准备

制定详细的运输计划，包括航线规划、起降点选择、时间安排、应急预案等。对无人机系统进行全面检查，包括机体结构、动力系统、控制系统、货舱系统等。对起降场地进行评估，确保满足安全起降要求。对农产品进行质量检查，确保符合运输标准。完成所有审批手续，获取飞行许可。

### （二）装载作业

在指定装载区进行作业，避免阳光直射。按照装载规范进行货物摆放，确保重心在允许范围内。关闭货舱门前进行最后检查，确认货物固定可靠。记录装载时间、农产品信息、环境参数等。

### （三）飞行运输

起飞前进行最后确认，包括天气条件、空域状态、系统状态等。按照预定航线飞行，保持规定高度和速度。飞行中持续监控系统状态和货舱环境。接近目的地时提前联系接货方，做好卸货准备。

### （四）卸货交接

在指定卸货区平稳降落，确认安全后开启货舱。按照规范进行卸货作业，轻拿轻放。对农产品进行到货检查，记录到货时间、温度等参数。办理交接手续，双方签字确认。

## 十、安全与应急管理

建立完善的安全管理体系，包括风险识别、评估、控制、监测等环节。每次运输作业前应进行专项

风险评估。作业现场应设置安全警戒区，无关人员不得进入。飞行过程中应保持与地面人员通讯畅通。应制定各类应急预案，包括机械故障、天气突变、通讯中断、货物异常等情况。应配备必要的应急救援设备，定期组织应急演练。发生事故或意外情况时，应立即启动应急预案，并及时报告相关部门。

## 十一、质量控制与追溯

建立完整的质量控制体系，对运输全过程进行监控。运输时效性应达到 95%以上，货物完好率应达到 98%以上，温控合格率应达到 95%以上。应建立质量追溯系统，记录运输全过程信息，包括农产品信息、环境参数、飞行轨迹、操作人员等。追溯信息应至少保存 2 年。应定期进行客户满意度调查，持续改进服务质量。应建立不合格品处理程序，对运输过程中出现的质量问题进行分析处理。

## 十二、维护保养

建立三级维护保养制度：日常维护（每次作业前后）、定期维护（每 50 飞行小时）、深度维护（每 200 飞行小时或每年）。日常维护包括清洁、检查、校准等；定期维护包括系统测试、部件检查、性能验证等；深度维护包括全面检修、部件更换、系统升级等。电池应按照制造商要求进行保养和维护，建立电池使用档案。关键部件应建立寿命管理制度，到期强制更换。所有维护保养应有详细记录。无人机系统应每年进行一次全面检测，由具备资质的机构出具检测报告。

## 十三、检验与试验方法

### （一）出厂检验

每台无人机应进行出厂检验，包括外观检查、性能测试、安全功能验证等。应进行不少于 30 分钟的空载飞行测试和 15 分钟的满载飞行测试。检验合格后方可出厂。

### （二）定期检验

投入使用的无人机应每 6 个月进行一次定期检验，包括结构检查、系统测试、性能验证等。检验项目应包括最大商载能力验证、续航时间测试、环境控制系统性能测试等。

### （三）专项试验

新型号或重大改型应进行专项试验，包括可靠性试验、环境适应性试验、安全性能试验等。可靠性试验应进行不少于 100 小时的连续运行测试。环境适应性试验应包括高低温试验、湿热试验、振动试验等。

## 十四、运输服务评价

建立运输服务质量评价体系，包括时效性评价、完好率评价、客户满意度评价等。应定期对运输数据进行分析，识别改进机会。对于连续三次评价不合格的，应暂停服务进行整改。应建立服务改进机制，通过数据分析和技术创新不断提升服务质量。



## 十五、附则

广西电子商务企业联合会负责本规范的解释工作，并可根据技术进步和行业发展需要，适时组织对本规范进行修订与完善。本规范在执行过程中，如与国家新颁布的法律法规或标准不一致，应以国家最新规定为准。各相关单位可根据本规范制定具体的实施细则。本规范自发布之日起实施，过渡期为6个月。任何单位和个人在使用本规范过程中发现的问题或提出改进建议，可向归口单位反馈。本规范的制定充分考虑了农产品采后运输的特殊需求和技术发展现状，旨在为农产品无人机物流运输提供科学规范的技术指导。随着技术的不断进步和实践的深入，本规范将持续完善和更新，以更好地促进农产品物流现代化发展。

---