

T/GXAS

团 体 标 准

T/GXAS 1098.2—2025

农用无人驾驶航空器山地吊运安全操作 技术规范 第2部分：果蔬类吊运

Specification for safe operation of agricultural unmanned aircraft in
mountainous area cargo hoisting—Part 2: Agricultural fruit and
vegetable category hoisting

2025 - 08 - 27 发布

2025 - 09 - 02 实施

广西标准化协会 发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 吊具 1

5 分装方式 2

6 吊运作业 2

 6.1 飞行参数 2

 6.2 吊运要求 2

7 安全管理 3

8 其他要求 3

9 档案管理 3

附录 A（资料性） 单日作业统计表 4

附录 B（资料性） 设备状态记录表 5

前 言

本文件参照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。

本文件是T/GXAS 1098《农用无人驾驶航空器山地吊运安全操作技术规范》的第2部分。T/GXAS 1098已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：果蔬类吊运。

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。

本文件由广西林学会、广西无人机技术应用协会提出、归口并宣贯。

本文件起草单位：河池市林业科学研究院、河池市科学技术情报研究所、广西科学院河池分院、广西河池天蓝农业科技有限公司、深圳市大疆创新科技有限公司、广西科学院、广西现代职业技术学院、河池市职业教育中心学校、广西威鹰科技发展有限公司、河池市金城江区农业农村局、河池市金城江区自然资源局、广西壮族自治区林业科学研究院、河池学院、重庆市江津区四面山森林资源管理服务中心、云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院、河池市木本粮油产业发展中心、广西景航无人机有限公司、北斗航天科技（广西）有限公司、柳州城市职业学院、百色环飞科技有限公司、内蒙古天蓝蓝航空科技有限公司、广西标准化协会。

本文件主要起草人：谢代祖、蓝锐、李露、程忠义、谢宏昭、刘文根、韦艺、韩俊严、古恋、覃柳霞、蓝婕英、韦林、谭珍妮、蒋玉芳、吴峰、杨德英、梁正乐、吴皓然、梁栩源、卢迪、陆电学、韦国旺、储江、赵志珩、黄晓露、覃国乐、李让高、李运飞、黄麟凯、韦丹、韦红丹、韦柳麦、张慧英、蓝婉婷、祁子颖、梁悦柠、黄媚媚、黄荣、蓝军勇、梁运波、程英鑫、吴健、徐涵、吴力力、熊新武、杨敏、黄甫克、韦良炬、龙跃、覃岗、覃孟源、罗宇龙、梁肖、兰加永、李升、李伟、刘祁云、黄强、苏子华。

引 言

随着现代农业技术的发展，农用无人驾驶航空器因其高效、灵活、适应性强等特点，在山地、丘陵等复杂地形区域的农业生产中应用日益广泛，特别是在物资运输（吊运）方面展现出显著优势。山地环境具有地形起伏大、气象条件复杂多变、起降场地受限、信号易受干扰等特征，对农用无人驾驶航空器吊运作业的安全性提出了严峻挑战。本标准旨在规范农用无人驾驶航空器在山地环境下的农资、农产品、林木产品等物资吊运作业的安全操作流程，降低作业风险，提升作业效率与安全性。规范山地环境下的吊运操作，对保障作业人员、地面人员生命财产安全，保护作业区域周边设施和环境，以及促进农用无人驾驶航空器技术在山地农业领域的健康、可持续发展至关重要。

目前，针对农用无人驾驶航空器通用操作、植保作业等已有相关标准，但对于山地地形下进行吊运作业这一特定应用场景的安全操作技术规范尚显不足。为有效指导操作人员安全、规范地进行山地吊运作业，预防和减少事故风险，特制定本团体标准。T/GXAS 1098《农用无人驾驶航空器山地吊运安全操作技术规范》分为如下部分组成：

- 第1部分：总则。目的在于确立山地吊运作业安全操作的基本原则、通用要求和基本程序框架，为后续涉及具体机型、作业流程、维护保养、应急处置等更详细技术要求的各部分标准提供基础和指导。
- 第2部分：果蔬类吊运。目的在于确立山地吊运果蔬类作业安全操作工作提供指导。
- 第3部分：林木产品吊运。目的在于确立山地吊运林木产品作业安全操作工作提供指导。
- 第4部分：小型生产劳动工具吊运。目的在于确立山地吊运小型生产劳动工具作业安全操作工作提供指导。
- 第5部分：森林消防物资吊运。目的在于确立山地吊运森林消防物资作业安全操作工作提供指导。

农用无人驾驶航空器山地吊运安全操作 技术规范 第2部分：果蔬类吊运

1 范围

本文件界定了农用无人驾驶航空器的术语和定义，规定了果蔬类吊运的吊具、分装方式、吊运作业、安全管理及其他等要求，描述了吊运过程的信息追溯方法。

本文件适用于农用无人驾驶航空器在山地环境下对果蔬类的吊运作业。

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。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 35018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级

GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语

T/GXAS 1098.1 农用无人驾驶航空器山地吊运安全操作技术规范 第1部分：总则

3 术语和定义

GB/T 35018、GB/T 38152界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农用无人驾驶航空器 agricultural unmanned aircraft

最大飞行真高不超过30 m，最大平飞速度不超过50 km/h，最大飞行半径不超过2 000 m，具备空域保持能力和可靠被监视，专门用于植保、播种、投饵、吊运等农林牧渔作业，全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器。

4 吊具

装纳吊具类别及性能，应符合以下要求。

——吊网、吊袋应符合以下要求：

- 满载果蔬后总重量≤农用无人驾驶航空器额定载荷；
- 装载后重心稳定，不易晃动或倾覆；
- 网孔大小或袋口收束方式根据吊运果蔬大小选择。

——吊篮（筐）应符合以下要求：

- 篮（筐）体内侧表面应光滑平整、无毛刺；
- 应设置透气结构，满足装载果蔬的通风需求；
- 吊具额定载荷≥4倍分装单元最大重量（安全系数≥4.0）；
- 每篮（筐）单体满装果蔬不宜超过30 kg，单次吊运可多个篮（筐）堆叠，总重不超额定载重为宜。

——吊袋应符合以下要求：

- 直接捆扎、套钩应选择30 mm~60 mm宽形柔软吊带，不刮伤果蔬表面或割破支撑点；
- 柔性吊具应能吸收≥30%的冲击能量。

——其他吊具应符合 T/GXAS 1098.1 的规定。

5 分装方式

按装载方式进行分装，根据果蔬特性应按表1选择适配方式进行。

表 1 果蔬分装方式

装载方式	要求	适用对象
筐装	筐内壁贴防撞软胶，填充率 $\leq 80\%$ ，箱体四角安装硅胶护角，厚度 $\geq 0.5\text{ cm}$ ，单层平铺，层间加 1 cm 厚软质垫，满装与筐口平齐，箱体透气，吊带固定于箱体四角，筐内侧光滑平整，无毛刺，有透气孔。蔬菜每捆直径 $\leq 15\text{ cm}$ ，根部朝下满装	葡萄、柑橘、桃李、番茄、黄瓜等
袋装	具备强度高、韧性好半封闭状背心式口袋，优先选用柔性布袋	西瓜、板栗、油茶、八角、罗汉果、大蒜、土豆等
网装	孔径小于果蔬最小部位直径，优先选用柔性网具	木瓜、南瓜、冬瓜、木薯等
捆扎	香蕉直接捆扎、套钩应选择 $30\text{ mm}\sim 60\text{ mm}$ 宽形柔软吊带，不刮伤果蔬表面或割破支撑点为宜。甘蔗整体用麻绳、纤维绳扎紧成捆，选用吊带系于重心点	香蕉、甘蔗等

6 吊运作业

6.1 飞行参数

飞行参数及特殊情形应符合表2的要求。

表 2 飞行参数及特殊情形

项目	常规指标	特殊情形	
		突发情况	处理方式
最大飞行速度	$\leq 13.8\text{ m/s}$ （吊运时）	遇障碍物	$\leq 3\text{ m/s}$ （吊运时）
飞行高度	距离地面 $\geq 10\text{ m}$ 或距树冠顶 $\geq 5\text{ m}$	吊运作业航路高差大于 50 m	吊运水平速度 $\leq 3\text{ m/s}$ 、垂直速度 $\leq 2\text{ m/s}$
抗风能力	空载时抗风等级 ≤ 6 级（风速 $\leq 13\text{ m/s}$ ）；载重时抗风等级 ≤ 5 级（风速 $\leq 10\text{ m/s}$ ）	吊运作业环境风速 ≥ 6 级，山地局部强烈阵风、乱风暂停	吊运水平速度 $\leq 2\text{ m/s}$ 、垂直速度 $\leq 1\text{ m/s}$
间隔距离	作业单元间距 $\geq 50\text{ m}$	前单元卸货不成功	后单元间距 $\geq 15\text{ m}$ 时悬停等待或备降点卸货
飞行区域	正常作业区域	禁飞、限飞、敏感区域	作业前需获得相关部门批准
装卸、起降速度	吊绳垂直后上升、挂钩消摆后下降，速度 $\leq 0.5\text{ m/s}$	大冲击造成断裂紧急悬停	抛投货物、紧急迫降
障碍规避	设置雷达避障距离 $\geq 50\text{ m}$ ，预留反应距离 $\geq 20\text{ m}$	遇障碍物	安全前提跨矮，绕高，环高压电线周边 $\geq 10\text{ m}$

6.2 吊运要求

6.2.1 操作要求如下：

- 起吊前检查：确认分装单元牢固、吊具无破损、农用动力电池电量 $\geq 40\%$ ，油量 $\geq 20\%$ ；
- 起吊动作：垂直于货物缓慢（ $\leq 0.4\text{ m/s}$ ）收放吊绳，吊绳拉直后上长升至安全高度后，起步初段（ $0\text{ m}\sim 6\text{ m}$ ）以 $\leq 0.4\text{ m/s}^2$ 的加速度驶出，再以正常速度平飞；
- 飞行过程：保持匀速直线飞行，避开强风区、高压线及障碍物，提前减速，线性刹车；
- 降落对接：精准悬停于卸货点正上方，精度 $\leq \pm 0.5\text{ m}$ ，距离降落点 1 m 处缓降（速度 $\leq 0.4\text{ m/s}$ ）；
- 能源补给：电量剩余 $\leq 30\%$ ，油量剩余 $\leq 30\%$ ，油电混合剩余 $\leq 20\%$ ，应更换或补能；
- 其他操作流程应符合 T/GXAS 1098.1 的规定。

6.2.2 辅助装卸要求如下：

- 对于易损害水果，应由辅助人员挂（取）钩，动作应轻挂、轻接、轻放，不宜采用自脱钩；

- 候装水果上有防护膜（纸、绳）等物质，应固定好或清除；
- 候卸水果不与其他物体碰撞、猛烈刮擦或猛烈挤压。

7 安全管理

应符合T/GXAS 1098.1的规定。

8 其他要求

设备、人员、环境安全、作业前准备、多机作业、维护与保养等要求应符合T/GXAS 1098.1的规定。

9 档案管理

应建立电子/纸质档案，按附录A填写单日作业统计表，按附录B填写设备状态记录表。档案保存期限 ≥ 3 年。

附 录 A
(资料性)
单日作业统计表

单日作业统计表见表A. 1。

表 A. 1 单日作业统计表

团队名称:

作业时间: 年 月 日

作业单元编号	驾驶员	作业点	飞行架次	计量单位	工作量	合格情况	验收结果	备注
合计								

附 录 B
(资料性)
设备状态记录表

设备状态记录表见表B.1。

表 B.1 设备状态记录表

团队名称：		记录时间： 年 月 日							
作业单元 编号	飞行时 长 (min)	电池循环 (次)	飞行架 次	故障情况	维修/换件 情况	驾驶 员	维修站点 及人员	测试结果	备注



中华人民共和国团体标准
农用无人驾驶航空器山地吊运安全操
作技术规范 第2部分：果蔬类吊运
T/GXAS 1098.2—2025
广西标准化协会统一印制
版权专有 侵权必究