|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 49.020 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png GXAS |   V 52 |

团体标准

T/GXAS XXXX—XXXX

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

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

广西标准化协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc201791486)

[引言 III](#_Toc201791487)

[1 范围 4](#_Toc201791488)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc201791489)

[3 术语和定义 4](#_Toc201791490)

[4 设备要求 4](#_Toc201791491)

[5 人员要求 4](#_Toc201791492)

[6 作业环境评估 4](#_Toc201791493)

[7 分装要求 4](#_Toc201791494)

[7.1 分装原则 4](#_Toc201791495)

[7.2 分装规格 5](#_Toc201791496)

[7.3 分装 5](#_Toc201791497)

[8 吊具选择 5](#_Toc201791498)

[8.1 吊具类型 5](#_Toc201791499)

[8.2 吊具性能要求 5](#_Toc201791500)

[9 单机作业 6](#_Toc201791501)

[9.1 方法 6](#_Toc201791502)

[9.2 飞行参数 6](#_Toc201791503)

[9.3 吊运要求 6](#_Toc201791504)

[10 多机作业 6](#_Toc201791505)

[11 安全管理 6](#_Toc201791506)

[11.1 特殊情况处理 6](#_Toc201791507)

[11.2 其他安全管理 7](#_Toc201791508)

[12 维护与保养 7](#_Toc201791509)

[13 档案管理 7](#_Toc201791510)

[附录A（资料性） 单日作业统计示例表 8](#_Toc201791511)

[附录B（资料性） 设备状态记录示例表 9](#_Toc201791512)

1. 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 XXXX《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 XXXX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和宣贯。

本文件由广西标准化协会归口。

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、深圳市大疆创新科技有限公司、河池市金城江区自然资源局、广西现代职业技术学院、河池市职业教育中心学校、广西农业工程职业技术学院、广西威鹰科技发展有限公司、广西壮族自治区林业科学研究院、河池学院、柳州城市职业学院、金城江区农业农村局、广西产业技术研究院、广西景航无人机有限公司、北斗航天科技(广西)有限公司、百色环飞科技有限公司、广西河池天蓝农业科技有限公司、云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院、重庆市江津区四面山森林资源管理局、广西科学院河池分院、河池市木本粮油产业发展中心、河池市金城江区九圩镇农业服务中心、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、李伟、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、储江、赵志珩、黄晓露、覃国乐、程英鑫、陶云、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、徐涵、吴力力、覃岗、熊新武、杨敏、韦国旺、黄甫克、韦良炬、龙跃、覃孟源、兰良术、李升、谢宏昭、刘祁云、黄强。

1. 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，对农用无人机吊运作业的安全性提出了严峻挑战。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，以及促进农用无人机技术在山地农业领域的健康、可持续发展至关重要。

目前，针对农用无人机通用操作、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。为填补这一空白，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 XXXX《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筐架，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：林业种苗吊运。目的在于确立山地吊运林业种苗吊运作业安全操作工作提供指导。

——第4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5部分：肥料吊运。目的在于确立山地吊运肥料作业安全操作工作提供指导。

——第6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7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设备、人员、作业环境环境评估、分装、吊具选择、吊运技术、多机作业、安全管理、维护与保养等要求，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，其他吊运场景和其他机型可参照执行。

* 1. 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 XXXX 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

* 1. 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。

农用无人驾驶航空器 agricultural unmanned aircraft

用于农业农药喷洒、播种、投饵、吊运等农林牧渔作业，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，具备卫星定位、雷达避障功能、航迹记录、空域保持能力和可靠被监视，全程能自主作业和随时人工介入操控等特点的无人驾驶航空器。

* 1. 设备要求

应符合T/GXAS XXXX的规定。

* 1. 人员要求

应符合T/GXAS XXXX的规定。

* 1. 作业环境评估

应符合T/GXAS XXXX的规定。

* 1. 分装要求
     1. 分装原则

分装原则如下：

——分装应满足“适量化、防损伤、便装卸”总体原则；

——单次吊运重量不超过无人驾驶航空器最大载重的80％，预留20％冗余空间的适量化原则；

——避免果蔬因挤压、碰撞导致机械损伤或腐烂，保护果蔬的原则；

——果蔬类分为：浆果类（如葡萄、蓝莓、西红柿等）、柑果类（如橙子、柚子、苹果、梨等）、仁果类（板栗、坚果等）、叶菜类等，按果蔬类别进行分装分类吊运原则。

* + 1. 分装规格
       1. 吊具要求

应符合以下要求：

1. 宜采用网兜（尼龙材质，网孔≤3cm×3cm）、帆布袋（内衬防潮膜）或硅胶托盘（带凹槽固定单体果蔬）；
2. 采用吊篮（筐）体内侧表面光滑平整，无毛刺，应有透气孔（孔径≤5mm，孔隙率≥10％）；
3. 对于香蕉等不便装入篮（筐）且易损坏的果蔬，可使用宽带扎紧重心点，并预留钩环。
4. 其他吊具符合T/GXAS XXXX的规定。
   * + 1. 重量要求

每篮（筐）单体满装水果不宜超过30kg，单次吊运2个篮（筐）堆叠为宜；

* + 1. 分装

分装按果蔬类别、分装方式进行划分，宜符合表1的要求。

1. 果蔬分装要求

| 果蔬类别 | 分装方式 | 防护要求 |
| --- | --- | --- |
| 浆果类 | 单层平铺，层间加1cm厚EPE垫 | 筐内壁贴防撞软胶，填充率≤80％ |
| 柑橘类 | 满装与篮口平齐 | 箱体四角安装硅胶护角，厚度≥0.5cm |
| 仁果类 | 直接堆放，满装与篮口平齐 | 孔径≤1cm |
| 叶菜类 | 捆绑，每捆直径≤15cm，根部朝下满装不留空 | 覆盖保湿透气膜，禁止层压 |
| 混合装载 | 硬度差异≤10％的果蔬可同箱，用隔板分层 | 每层高度≤12cm，顶层加缓冲盖板 |

* 1. 吊具选择
     1. 吊具类型

根据果蔬特性选择适配吊具，优先选用柔性吊具减少冲击力，宜符合表2的要求。

1. 吊具类型

| 果蔬类别 | 推荐吊具类型 | 材质要求 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 浆果类 | 硅胶托盘或弹性绑带 | 断裂强度≥1500N | 箱体透气，吊带固定于箱体四角 |
| 柑橘类 | 硬质筐+弹性绑带 | 食品级硅胶，耐温-20℃～80℃ | 筐内侧光滑平整，无毛刺，有透气孔 |
| 仁果类 | 网兜吊具 | 尼龙绳，断裂强度≥1000N | 具备透气性 |
| 叶菜类 | 帆布袋+内部隔层 | 防水帆布，厚度≥0.3 mm | 隔层用泡沫板分隔 |

* + 1. 吊具性能要求

吊具性能应满足以下要求：

1. 承重能力：吊具额定载荷≥2倍分装单元最大重量（安全系数≥1.2）；
2. 缓冲性能：柔性吊具应能吸收≥30％的冲击能量；
3. 耐候性：吊具材料应耐山地环境（湿度≤95％、温度-10℃～40℃），抗紫外线老化（使用寿命≥2年）；
4. 绳环拉力强度应≥6倍最大载重量，轻质、耐磨、体积小、不吸水、易收纳为宜；
5. 宽形吊带宽度应≥40mm，具备柔韧性；
6. 带自锁保险式挂钩，承受拉力应≥6倍最大载重量；
7. 吊绳末端在连接挂钩的同时，配重应2～4倍于吊绳自身重量。
   1. 单机作业
      1. 方法

分装吊运或直接吊运。

* + 1. 飞行参数

飞行参数及特殊情形应符合表3的要求。

1. 飞行参数及特殊情形

| **项目** | **常规指标** | **特殊情形** |
| --- | --- | --- |
| 最大飞行速度 | ≤13m/s（吊运时） | 复杂地形≤3m/s |
| 飞行高度 | 距离地面≥10m，距树冠顶≥5m， | 保持安全距离，避免碰撞果蔬 |
| 抗风能力 | 空载时抗风等级≤6级（风速≤13m/s）；  载重时抗风等级≤5级（风速≤10m/s） | 山地局部强烈阵风、乱风暂停 |
| 间隔距离 | 作业单元间距≥50m | 前单元卸货不成功，后单元间距≥15m时悬停等待 |
| 飞行区域 | 在非禁飞、限飞、敏感区飞行 | 提前报备 |
| 装卸、起降速度 | 吊绳垂直后上升、挂钩消摆后下降，速度≤0.5m/s | 大冲击造成断裂，紧急悬停 |
| 障碍规避 | 设置雷达避障距离≥50m，预留反应距离≥20m | 安全前提跨矮，绕高，环高压电线周边≥10m |
| 悬停精度 | 水平误差≤±0.5m，垂直误差≤±0.5m | 确保吊具精准对接收集点 |

* + 1. 吊运要求

操作时应做好如下：

——起吊前检查：确认分装单元固定牢固（绑带/绳索无松动）、吊具无破损、无人机电池电量≥30％，油量≥20％；

——起吊动作：缓慢收放吊具，加速度≤0.5m/s；

——飞行过程：保持匀速直线飞行，避开强风区、高压线及障碍物；

——降落对接：精准悬停于卸货点正上方（精度≤±0.5m），缓慢下降（速度≤0.5m/s）；

——电池更换：电量剩余≤30％，油量剩余≤20％，油电混合剩余≤15％，应更换或补能；

1. 其他要求应符合T/GXAS XXXX的规定操作流程。

辅助装卸要求应符合以下：

1. 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，不应采用自脱钩，如香蕉、木瓜等货物；
2. 待装水果上有防护膜（纸、绳）等物质，应固定好或清除；
3. 待卸水果不与其他物体碰撞、刮擦或猛烈挤压。
   1. 多机作业

应符合T/GXAS XXXX的规定。

* 1. 安全管理
     1. 特殊情况处理

在吊运过程中遇到特殊情况宜处理如下：

1. 果实脱落：立即悬停，确认是否造成第三方伤害；开展地面搜寻，在航线轨迹图上标记失落点；检查事故原因并整改，同时通报整改方法，提醒团队避免类似事故，后期择机回收散落果实；
2. 吊具失效：吊具与无人机的控制连接、投放、脱钩失效，重试3次无效后立即返航降落，排查故障并整改，不可逆故障立即更换备用吊具，测试正常后复飞；
3. 信号干扰：应安装4G信号增加模块或信号中继站设备。
   * 1. 其他安全管理

应符合T/GXAS XXXX的规定。

* 1. 维护与保养

应符合T/GXAS XXXX的规定。

* 1. 档案管理

应建立电子/纸质档案，填写单日作业统计示例表见附录A，填写设备状态记录示例表见附录B。档案保存期限≥3年。

2. （资料性）  
   单日作业统计示例表

下面给出单日作业统计示例表见表A.1。

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 |
| 1号 |  |  |  |  | 100 |  |  |  |
| 2号 |  |  |  |  | 200 |  |  |  |
| 3号 |  |  |  |  | 150 |  |  |  |
| 4号 |  |  |  |  | 300 |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |  | 750 |  |  |  |

1. （资料性）  
   设备状态记录示例表

下面给出设备状态记录示例表见表B.1。

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 |
| 1号 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2号 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3号 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4号 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5号 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

