

ICS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL 000—2025

低空经济场景下多机协同无人机精准作业
技术规范

Technical Specifications for Precise Operations of Multi - UAV Collaboration in
Low - altitude Economy Scenarios (意见征集稿)

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、范围	1
二、规范性引用文件	1
三、术语和定义	2
1. 低空经济	3
2. 多机协同	3
3. 精准作业	3
四、基本要求	3
1. 无人机性能要求	3
2. 通信与数据传输要求	4
3. 作业环境要求	4
五、作业组织与实施	4
1. 作业任务规划	4
2. 作业前准备	5
3. 作业实施	5
4. 作业结束	5
六、信息传输与数据处理	5
1. 数据采集	5
2. 数据传输	6
3. 数据处理	6
七、维护与保养	6
1. 日常维护	6
2. 定期保养	7
八、异常处置	7
1. 飞行异常	7
2. 环境异常	7
3. 系统异常	8
4. 紧急情况处置	8
九、附则	8
1. 标准的实施与监督	8
2. 标准的修订	8
3. 解释权	9

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。

低空经济场景下多机协同无人机精准作业技术规范

一、范围

本标准规定了低空经济场景下多机协同无人机精准作业的基本要求、作业组织与实施、信息传输与数据处理、维护与保养、异常处置等内容。

本标准适用于低空经济场景下，使用多架无人机进行协同作业的各类活动，包括但不限于以下领域：

- 1. 物流配送：**利用无人机进行货物的运输和配送，提高物流效率，降低人力成本。
- 2. 应急救援：**在自然灾害或紧急情况下，无人机可快速到达现场，进行灾情侦察、物资投放和人员救援。
- 3. 测绘：**通过无人机搭载测绘设备，进行地形测绘、地理信息采集等工作，为城市规划、工程建设等提供数据支持。
- 4. 农业植保：**无人机可进行大面积的农药喷洒、作物监测等作业，提高农业生产效率，减少人力投入。
- 5. 环境监测：**对大气、水质、土壤等环境要素进行监测，为环境保护和污染治理提供数据支持。
- 6. 电力巡检：**对电力线路进行巡检，及时发现线路故障和安全隐患，保障电力供应的稳定性。
- 7. 通信中继：**在通信信号覆盖不足的区域，无人机可作为临时的通信中继节点，保障通信畅通。

本标准旨在规范低空经济场景下多机协同无人机精准作业的全过程，确保作业的安全性、高效性和可靠性，推动低空经济的健康发展。

二、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 1.1-2009 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写**

该标准为本文件的结构和编写提供了基本的指导原则，确保技术规范的标准化和规范化。

- **MH/T 1069-2018 无人驾驶航空器系统作业飞行技术规范**

该规范规定了无人驾驶航空器系统作业飞行的基本要求，包括飞行前准备、飞行实施、飞行后处理等内容，适用于低空经济场景下的无人机作业。

- **MH/T 2011-2019 无人机云系统数据规范**

该规范明确了无人机云系统数据的格式、内容和传输要求，确保无人机在低空经济场景下的数据共享和协同作业的高效性。

- **T/NTRPTA 0030-2020 无人机精准测绘技术规范**

该技术规范为无人机在精准测绘领域的应用提供了详细的技术要求，包括测绘精度、数据处理、成果提交等内容，适用于低空经济场景下的测绘作业。

- **DB3205/T 1147—2024 无人机河湖智能巡查要求**

该地方标准规定了无人机在河湖智能巡查中的技术要求，包括巡查方式、操作要求、设备性能等，适用于低空经济场景下的环境监测和河湖管理。

- **《深圳市低空经济标准体系建设指南（V1.0）》**

该指南为低空经济的标准化建设提供了全面的指导，包括术语定义、分类与统计、协同运行管理等内容，适用于低空经济场景下的多机协同作业。

- **T/AOPA 0070—2024 架空输电线路无人机激光扫描数字航拍勘测技术规范**

该团体标准规定了无人机在架空输电线路勘测中的技术要求，包括作业前准备、作业实施、数据处理等内容，适用于低空经济场景下的电力巡检。

- **T/AOPA 0069—2024 电力架线多旋翼无人机系统技术与应用要求**

该团体标准为电力架线多旋翼无人机系统的技术要求和应用提供了规范，包括系统组成、技术要求、作业流程等内容，适用于低空经济场景下的电力架线作业。

三、术语和定义

1. 低空经济

以低空空域为依托，以通用航空产业为主导，融合相关产业形成的一种新型经济形态。

2. 多机协同

多架无人机在统一的任务目标下，通过相互之间的信息交互与协调控制，共同完成特定作业任务。

3. 精准作业

在作业过程中，无人机能够精确地按照预设的参数、位置和时间等要求完成任务，作业精度满足相关标准和实际应用需求。

四、基本要求

1. 无人机性能要求

• **飞行稳定性：** 无人机应具备良好的飞行稳定性，其飞行姿态角误差不超过 $\pm 2^\circ$ ，以确保在复杂环境下的稳定飞行。

• **定位精度：** 无人机的定位精度应达到水平方向 $\pm 0.5\text{m}$ 、垂直方向 $\pm 0.3\text{m}$ ，以满足精准作业的需求。

• **续航能力：** 无人机的续航能力应满足作业任务需求，单次续航时间不少于 30 分钟，确保能够完成较长距离或较长时间的作业任务。

2. 通信与数据传输要求

- **通信链路稳定性：**无人机之间以及无人机与地面控制站之间的通信链路应稳定可靠，数据传输延迟不超过 100ms，以确保实时数据传输和控制指令的及时响应。

- **数据传输安全性：**数据传输应采用加密技术，确保数据的安全性和完整性，防止数据泄露或被篡改。

3. 作业环境要求

- **电磁干扰：**作业区域应满足无人机飞行安全要求，无明显电磁干扰源，以避免对无人机的导航和通信系统造成影响。

- **气象条件：**作业区域应具备良好的气象条件，风速不超过 6m/s，以确保无人机的安全飞行和作业精度。

五、作业组织与实施

1. 作业任务规划

- **任务规划：**根据作业目标和场景，制定详细的多机协同作业任务规划，包括任务区域划分、飞行路径规划、任务分配等。

- **规划考虑因素：**任务规划应考虑无人机的性能参数、作业环境以及安全要求，确保任务的可行性和安全性。

2. 作业前准备

- **无人机检查：**对无人机进行检查和维护，确保其处于良好的工作状态，包括电池电量、飞行控制系统、传感器等关键部件的检查。

- **设备准备：**准备必要的作业设备和工具，如电池、充电器、数据存储设备等，确保作业的顺利进行。

3. 作业实施

- **协同起飞：**按照任务规划，多架无人机协同起飞，执行作业任务，确保各无人机之间的协同配合。

- **实时监控：**在作业过程中，实时监控无人机的飞行状态和数据传输情况，及时调整飞行参数，确保作业的顺利进行。

4. 作业结束

- **安全返回：**完成作业任务后，按照预定程序引导无人机安全返回，确保无人机的安全降落。
- **数据整理：**对作业数据进行整理和分析，评估作业效果，为后续作业提供参考。

六、信息传输与数据处理

1. 数据采集

- **数据类型：**无人机在作业过程中应实时采集相关数据，包括位置信息、图像信息、传感器数据

等。

- **采集频率：**数据采集的频率应根据作业需求进行设置，一般不低于 1Hz，以确保数据的实时性和完整性。

2. 数据传输

- **传输稳定性：**采集的数据应通过稳定的通信链路实时传输到地面控制站，确保数据的及时性和准确性。

- **数据校验：**数据传输过程中应进行数据校验，确保数据的准确性，防止数据丢失或错误。

3. 数据处理

- **数据处理：**地面控制站对接收到的数据进行处理和分析，生成作业结果，包括数据清洗、数据融合、数据分析等步骤。

- **处理技术：**数据处理应采用先进的算法和技术，提高数据处理效率和精度，确保作业结果的可靠性。

七、维护与保养

1. 日常维护

- **清洁检查：**每次作业结束后，应对无人机进行清洁和检查，及时发现并处理潜在问题，确保无人机的清洁和良好状态。

- **易损部件更换：**定期更换易损部件，如电池、螺旋桨等，确保无人机的性能和安全性。

2. 定期保养

- **保养周期：**每3个月或累计飞行100小时后，应对无人机进行全面保养，确保无人机的长期稳定运行。

- **保养内容：**定期保养应包括但不限于飞行控制系统校准、电机维护、机身结构检查等，确保无人机的各个部件处于良好状态。

八、异常处置

1. 飞行异常

- **飞行姿态异常：**当无人机出现飞行姿态异常（如倾斜、偏航等）时，飞行控制系统应自动调整姿态，若调整无效，应立即启动自动悬停或返航程序。

- **导航失效：**若无人机导航系统失效，应立即向操作员发出警告，并启动预设的飞行预案，如自动悬停或按预设路径飞行。

- **通信链路中断：**当无人机与地面控制站之间的通信链路中断时，无人机应自动切换到预设的安全模式，如悬停、返航或降落。

- **动力系统故障：**若无人机动力系统出现故障，应立即启动应急降落程序，若条件允许，可使用降落伞辅助降落。

- **电池故障：**当电池电量不足或出现故障时，无人机应自动返回起飞点或最近的安全区域，并发出警报提示操作员。

2. 环境异常

- **恶劣天气：**当遇到突发恶劣天气（如强风、暴雨等），无人机应立即启动避险程序，如自动返航或寻找安全区域降落。

- **电磁干扰：**若作业区域存在强电磁干扰，无人机应自动调整飞行参数或启动备用通信链路，确保飞行安全。

3. 系统异常

- **软件故障：**当无人机飞行控制系统或相关软件出现故障时，应立即切换到备份系统，并通知操作员进行干预。

- **传感器故障：**若无人机的传感器（如 GPS、IMU 等）出现故障，应立即启动备用传感器或进入安全模式。

4. 紧急情况处置

- **人员安全优先：**在任何异常情况下，若存在人员安全风险，应优先采取措施确保人员安全，必要时可牺牲无人机。

- **应急响应流程：**操作员应熟悉应急响应流程，包括紧急停机、紧急避让、紧急呼叫等操作。

九、附则

1. 标准的实施与监督

本标准由广西产学研科学研究院负责组织实施，并接受相关监管部门的监督与检查。

2. 标准的修订

本标准自发布之日起实施，如有必要，将根据技术发展和实际应用情况进行修订。

3. 解释权

本标准的最终解释权归广西产学研科学研究院所有。
