

团 体 标 准

T/NJ 1531—2025

植保无人机山区水稻作业 飞手与无人机多级调度规范

Plant protection unmanned aerial vehicle (UAV)
in mountainous area rice field operations—
Multi-level dispatching regulation for pilots and UAV

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国农业机械学会 发布

前 言

本文件按照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。

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。

本文件由中国农业机械学会提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件起草单位：广东天禾农资股份有限公司、华南农业大学。

本文件主要起草人：李继宇、姚伟英、吴培坚、王飞钊、黄仲明、高升杰、胡安群、谢锦钿、钟智楠、吕佳、陈浩轩、戴荣培。

植保无人机山区水稻作业 飞手与无人机多级调度规范

1 范围

本文件规定了在植保无人机山区水稻作业服务的术语和定义、飞手和无人机二级、三级调度调度方法及流程

本文件适用于植保无人机山区水稻作业服务。

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 38152 无人驾驶航空系统术语

MH/T 1069 无人驾驶航空器系统作业飞行技术规范

3 术语和定义

GB/T 38152、MH/T 1069界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

山区水稻 **mountainous area rice field**

种植在山地或山脚地区，不限品种的水稻作物。

3.2

作业要素 **operation element**

在植保无人机山区水稻作业中生产过程中所必需的资源、工具、设备和人力等要素。这些要素通常包括劳动力、固定资产、技术和管理等方面。

3.3

调度 **dispatching**

根据山区水稻作业需求，按基层生产单位的需求安排作业要素的过程，以最优化资源利用和达到既定目标。

3.4

区域服务商 **regional service provider**

仅在特定地区或区域提供山区水稻服务的服务商。

3.5

服务站点 **services sites**

提供作物保护、病虫害防治以及相关农业技术服务的基层组织，拥有固定的、以行政区划为界限的辖区，拥有固定的办公地点、仓库等设施，下辖服务提供方的部分或全部作业要素。本文件中简称“站点”。

3.6

飞手 **pilot**

持有在有效期内对应植保无人机飞行的飞手证，具备飞行技能、农业知识以及相关技术操作能力，负责操作和控制植保无人机进行山区水稻作业的专业人员。

3.7

本地飞手 local pilot

居住地位于其作业的服务站点辖区内的飞手。

3.8

飞防经理 aircraft protection manager

负责管理、监督飞手和植保无人机的作业流程，安排与规划站点的作业计划，确保山区水稻作业正常开展。同时飞防经理负责为突发事件的处理提供协助。

3.9

二级调度 second-level dispatching

区域服务商根据各个站点的作业需求分配作业要素

3.10

三级调度 third-level dispatching

将站点内部的作业要素按一定的规则对作业要素进行调度，用于确保山区水稻作业正常开展。

3.11

连片农田 concentrated farmland

在一定区域内，农田之间没有明显的分隔，形成一片较大的耕作区域的农田。

4 飞手二级调度

4.1 作业面积确认

站点的飞防经理应在每造水稻作业开始前大致确定需要进行作业的山区水稻面积。

4.2 站点飞手需求核算

按式（1）确认站点对飞手的基础需求数量。

$$M = \frac{A}{S} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M ——站点需要的飞手基础数量；

A ——站点需完成的山区水稻田作业面积，单位为亩；

S ——站点内飞手的造均作业面积，单位为亩。

若 M 为小数，则其向上取整。

若某位飞手其居住地位于某站点辖区内，则将该位飞手统计为该站点的本地飞手，各个站点的本地飞手数量（ m ）。

4.3 调度流程

4.3.1 区域服务商下辖 n 个站点，将其分别编号为号 x （ $x \in [1 \sim n]$ ）站点；将每个站点的飞手基础需求数量记为 $M_1 \sim M_n$ 。

4.3.2 统计区域服务商的所有飞手的居住地，若某位飞手居住地位于 x （ $x \in [1 \sim n]$ ）号站点辖区内，则将其分为 x 区本地飞手，各区飞手的数量分别记为 $m_1 \sim m_n$ 。

4.3.3 比较各个站点的飞手基础需求数量和本地飞手数量的大小，可能出现下列情况：

a) 若 $M > m$ ，则该站点内本地飞手未饱和，不能满足作业需求，需要调度飞手及无人机；

b) 若 $M \leq m$ ，该站点内本地飞手已饱和，无需再调度飞手及无人机。

4.3.4 对于需要调度飞手及无人机的站点，其调度方法参照本文件规定的植保无人机二级调度方法。

5 植保无人机二级调度

5.1 植保无人机需求确认

站点的飞防经理需要在每造水稻作业开始前大致确定需要进行作业的山区水稻田面积 A_z ，同时统计作业区域内连片农田面积大于 A_p 的面积，将其记为 a （站点内连片农田面积大于 A_p 的农田总面积）。其中： A_p 为连片农田面积边界值，此数据为经验值，根据各个站点作业区域的实际情况灵活调整。当连片农田面积大于此值时，后续无人机调度时优先调度大型植保无人机进行作业。

5.2 植保无人机需求核算数

对于需要调度飞手和无人机的站点，可按式（2）确认站点对植保无人机（飞手）的需求量。

$$D = M - m \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

D ——站点需要调度的植保无人机（飞手）的数量；

m ——站点的本地飞手数量；

按式（3）、（4）计算对不同机型的植保无人机的需求量。

$$D_1 = D \times \frac{a}{A} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$D_2 = D - D_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

D_1 ——站点需要调度的大型植保无人机的数量，当其为小数时，四舍五入；

D_2 ——站点需要调度的小型植保无人机的数量。

5.3 调度流程

5.3.1 区域服务商记录需要调度的站点对植保无人机的需求数量 D ，以及站点对于大型植保无人机的需求量 D_1 和小型植保无人机的需求量 D_2 。

5.3.2 区域服务商统计出飞手已饱和站点的本地飞手名单和其对应植保无人机机型，根据此数据进行调度，并应遵循下列原则：

- a) 优先调度作业经验较丰富的飞手；
- b) 调度的飞手对应的植保无人机机型应尽量满足目标站点的需求；
- c) 一个站点可供调度飞手数量最多为 $M - m$ ，不可出现将飞手调度后原站点飞手出现空缺的情况；
- e) 尊重飞手和站点飞防经理的意愿，调度时需共同协商。

6 飞手三级调度

6.1 飞手综合考核分计算

可按式（5）-（8）计算飞手的综合考核分：

$$G = G_1 + G_2 + G_3 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$G_1 = (1 - 3 \times P_c) \times P_1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$G_2 = P_s \times P_2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$G_3 = \frac{L}{L_{max}} \times P_3 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

G ——飞手的综合考核分, 其由投诉分、服务满意度分、熟练分三部分构成;

G_1 ——飞手的投诉分;

G_2 ——飞手的服务满意度分;

G_3 ——飞手的熟练分;

P_1 ——飞手的投诉分满分分值, 其由站点飞防经理根据实际情况灵活确定;

P_2 ——飞手的服务满意度分满分分值, 其由站点飞防经理根据实际情况灵活确定;

P_3 ——飞手的熟练分满分分值, 其由站点飞防经理根据实际情况灵活确定;

需保证: $P_1 + P_2 + P_3 = 100$ 。

P_c ——飞手的被投诉率;

P_s ——飞手的服务满意率;

L ——飞手的历史作业总面积, 单位为亩;

L_{max} ——当前站点内飞手的历史作业总面积最大值, 单位为亩。

6.2 调度流程

6.2.1 飞防经理需要在作业前整理需要进行水稻作业的各个作业地点信息, 含作业的面积、各个地块障碍物的情况等。

6.2.2 飞防经理应在作业前确定站点对飞手的需求数量 n , 将待作业的农田划分为 n 块作业区域; 同时统计站点内飞手的综合考核分, 按降序排列。

6.2.3 田块的划分应保证每个作业区域面积存在一定差异, 其差异化程度由飞防经理根据实际情况灵活调整。例如: 某站点作业面积共 B 亩, 共有 n 位飞手作业, 则需要将待作业农田划分为 n 块作业区域。可按式 (9) ~ (11) 划分:

$$B_1 = B \times C_1 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$B_2 = B \times C_2 \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$B_n = B \times C_n \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

B ——站点需作业的面积, 单位为亩;

n ——站点作业的飞手数量;

B_1 ——综合考核分排名第1的飞手所分得的作业区域面积, 单位为亩;

B_2 ——综合考核分排名第2的飞手所分得的作业区域面积, 单位为亩;

B_n ——综合考核分排名第 n 的飞手所分得的作业区域面积, 单位为亩;

C_1 ——排名第1的飞手作业面积所占的比例;

C_2 ——排名第2的飞手作业面积所占的比例;

C_n ——排名第 n 的飞手作业面积所占的比例;

C_1 、 C_2 、……、 C_n 由站点的飞防经理根据实际情况灵活调整, 但应满足以下条件:

$$C_1 > C_2 > \dots\dots > C_n$$

$$C_1 + C_2 + \dots\dots + C_n = 1$$

6.2.4 调度飞手时, 根据站点内飞手的综合考核分排序, 依次分配作业区域, 保证飞手所分得的作业区域面积与其综合考核分成正比。

6.2.5 若作业当天临时发生飞手因自身原因无法进行作业等意外情况，由飞防经理按照实际情况安排当天作业的其他飞手代为作业或通知其他空闲飞手顶替作业。

7 植保无人机三级调度

由于植保无人机和飞手大多是高度绑定的关系，其调度方法即本文件规定的飞手调度方法。

若作业时发生植保无人机故障等情况，则应遵循下列流程：

- a) 飞手判断故障是否可以现场解决，若能现场排除故障，则继续作业；
 - b) 若飞机故障较为严重，需要维修，无法现场解决，飞手需在10 min内通知站点，由飞防经理调度站点中备用的植保无人机替换飞手现有植保无人机；
 - c) 若站点内当前无可用的备用植保无人机，由飞防经理根据现场情况协调当天作业其他飞手替代作业或延后作业。
-