

ICS
CCS

团体标准

T/CAAMM XXXX—202X/T/NJ XXXX—202X

农用无人驾驶航空器 作业场景智能实时感知避让系统

Intelligent real-time perception-avoidance system for operation scene of
agricultural UAVS

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械工业协会
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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的提出和发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械工业协会和中国农业机械学会联合提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：农业农村部南京农业机械化研究所。

本文件主要起草人：于庆旭。

本文件为首次发布。

农用无人驾驶航空器 作业场景智能实时感知避让系统

1 范围

本文件规定了农用无人驾驶航空器作业场景智能实时感知避让系统的术语和定义、技术要求、检验方法。

本文件适用于旋翼型农用无人驾驶航空器（以下简称无人飞机）作业场景智能实时感知避让系统。其他结构型式的无人飞机也可参照执行。

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 38058 民用多旋翼无人机系统试验方法

NY/T 3213 植保无人飞机 质量评价技术规范

NY/T 3881 遥控飞行播种机 质量评价技术规范

3 术语和定义

GB/T 38058、NY/T 3213 和 NY/T 3881 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 实时感知避让

通过雷达或视觉等传感器实时探测无人飞机周边，持续主动检测其规划路径上的障碍物，通过避让系统智能决策无人飞机作业姿态，以悬停或绕越或仿地飞行等方式躲避障碍物，使无人飞机与障碍物保持一定安全距离，避免与障碍物发生碰撞。

4 安全要求

4.1 避障功能

具有避障功能的无人飞机，在飞行作业时，应能对树木、电线杆、斜拉线和草垛等静态障碍物，或人、动物和牲畜等动态障碍物，做出悬停、躲避或绕开等避让措施，实现自动避障。

4.1.1 障碍物探测准确性

无人飞机应能准确探测静态或动态障碍物。障碍物形状包括细长型障碍物（电线、电线杆、树枝等）、松散型障碍物（树木枝叶冠层、防风林等），动态障碍物移动速度不低于5 km/h。

4.1.2 避障距离

在制造商明示的飞行作业速度条件下，无人飞机的避障距离应符合制造商明示的安全距离，误差不超过 $\pm 20\%$ 。

4.1.3 避障警示功能

无人机在采取避障措施时，应能通过声、光、文字等方式告警。

4.2 仿地飞行功能

具备仿地飞行功能的无人机，在飞行作业时，应使无人机与地形始终保持固定距离，即飞行高度能随地形起伏变化而变化。

4.2.1 仿地精度

具有仿地飞行功能的无人机，仿地飞行作业时应避免与坡道（ $20^{\circ} \pm 1^{\circ}$ ）发生碰撞，且铅垂方向与坡道的实际距离和设定仿地飞行高度之间的偏差应不大于0.6m。

4.3 夜航作业功能

具备夜航作业功能的无人机，在夜间应能安全、自主飞行作业。

4.3.1 夜航避障功能

具有夜航作业功能的无人机，无人机在夜间飞行作业时，同白天作业相同，可采取实时感知避让等安全避障措施。

4.3.2 夜航作业配置要求

具有夜航作业功能的无人机，应具有夜航照明辅助装置、航向指示灯，同时驾驶员需配备夜视护目镜。

5 检验方法

5.1 试验条件

按照GB/T 5262的规定测定温度、湿度、大气压力、海拔、风速等气象条件。

5.2 试验场地

5.2.1 仿地飞行试验场地

试验坡地由水平面、20°斜面组成，材质推荐木板或者水泥模拟地面，宜加装草坪。试验坡地如图1所示。

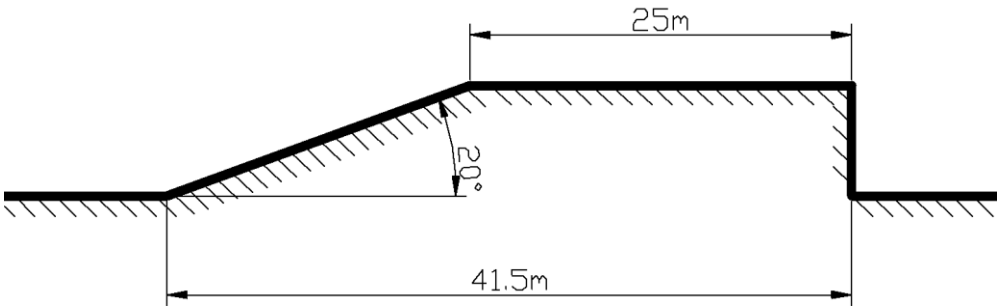


图1 试验坡地

5.2.2 避障、夜航飞行试验场地：

选择相对空旷的场地。

5.3 试验方法

5.3.1 避障功能

5.3.1.1 在试验场地内设置障碍物，测试多个固定障碍物时，应随机布置在飞行测试场地内；动态障碍物随机布置在飞行航线上，按照预先设定的速度与无人机相向而行。可采用 RTK 测量仪器实时记录无人机运行轨迹、固定障碍物位置坐标或动态障碍物运动状态，避障试验示意图如图 2 所示。

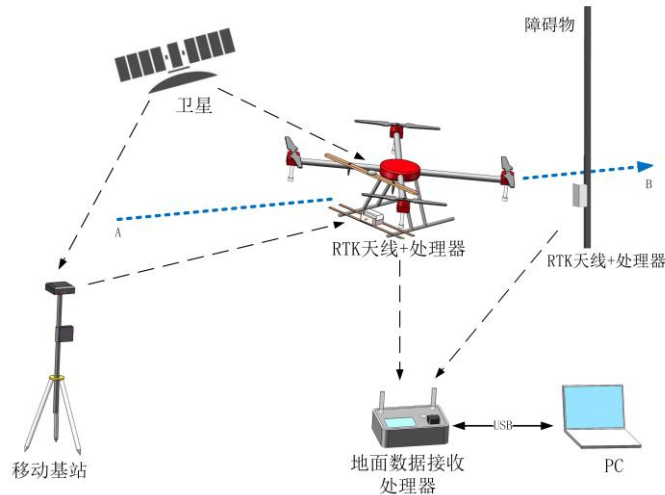


图2 避障试验示意图

- 5.3.1.2 在试验场地内预设无人飞机的飞行航线，航线应经过障碍物，设置飞行速度为制造商明示值。
- 5.3.1.3 操控无人机以自主控制模式沿航线飞行，实时记录无人机位置坐标，采样频率为 10Hz, 。
- 5.3.1.4 测试动态障碍物时，需确保在无人机处于悬停姿态时动态障碍物也停止运动或倾倒，避免相撞。
- 5.3.1.5 目测无人机是否能主动识别障碍物，并做出悬停、躲避或绕开等避让动作。
- 5.3.1.6 计算无人机悬停位置与障碍物之间的距离。重复测试 3 次，取平均值。

5.3.2 仿地飞行功能

- 5.3.2.1 在试验场地内预设仿地飞行航线，航线水平位置与坡地中轴线重合，仿地高度设置应不大于 5 m，飞行速度不低于 2 m/s。
- 5.3.2.2 在额定起飞质量条件下，操控无人机以自主控制模式沿 AB 航线飞行，实时记录无人机位置坐标，采样频率为 10Hz, 。仿地飞行试验示意图如图 3 所示。

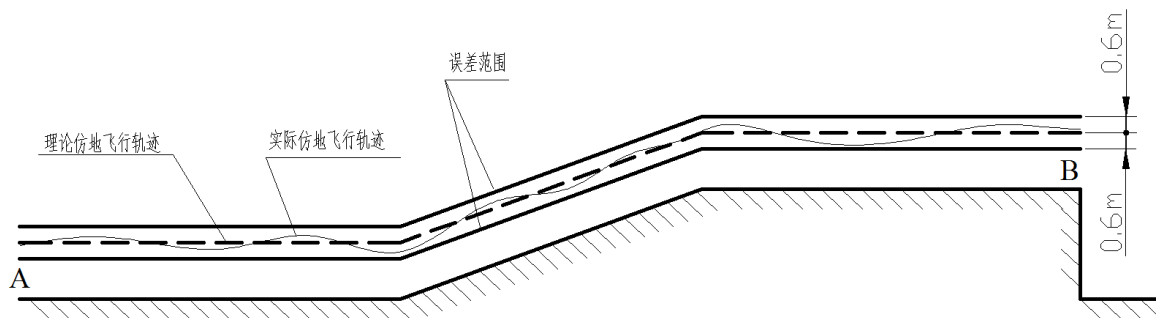


图3 仿地飞行试验示意图

5.3.2.3 仿地飞行偏差计算

观察无人机是否能避免与坡道发生碰撞，测量无人机与坡道台面在铅锤方向上的距离，按式（1）计算仿地飞行偏差。试验重复3次，取平均值。

$$\Delta H_i = |H_i - H| \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔH_i ——为仿地飞行偏差，单位为米（m）；

H_i ——为无人机与坡道台面在铅垂方向上的距离，单位为米（m）；

H ——为无人机仿地飞行设置高度，单位为米（m）。

5.3.3 夜航功能

5.3.3.1 检查无人飞机是否有夜航辅助照明装置、航向指示灯，是否在使用说明书中或机具明显位置提醒驾驶员配置夜视护目镜的内容。

5.3.3.2 天黑后（无照明）进行试验。试验方法按5.3.1进行。