

植保无人机避障喷雾路径规划分析

薛金羽

上海市贸易学校 上海 200082

摘要：植保无人机避障喷雾路径规划是植保无人机应用的关键性技术，已经成为植保无人机研究重点。目前相关专家已经研究出植保无人机定点飞行技术，该技术与避障喷雾飞行有异曲同工之妙，可实现定点飞行，躲避障碍，成为避障喷雾路径规划的研究基础。本文针对植保无人机避障喷雾路径规划进行研究，分析研究避障喷雾路径规划的重点要点，并在文章中结合无人机定点飞行作业技术，提出四旋翼植保无人机避障喷雾飞行技术路径规划技术要点，旨在为植保无人机高效应用提供技术参考。

关键词：植保无人机；避障；喷雾；路径规划

新时期社会发展背景下，农业技术开始全面发展，其中无人机在农业生产中应用起到重要作用，尤其是在飞防作业中应用，可提升农业飞防效率，降低成本。农业技术领域在研究飞防作业之时，已经开始设计应用专业的植保无人机，该具有植保专业功能，可以喷洒农药，实施高效农业植保。当前，植保无人机已经全面应用于农业植保领域，但是实践中发现，部分无人机在遇到障碍后其喷雾受到影响，所以在未来一段时间内，植保无人机都将以避障喷雾路径规划研究为发展重点。

1 植保无人机避障喷雾路径规划分析

植保无人机避障喷雾路径规划的研究非常重要，对于植保无人机技术发展以及农业领域均有重要影响。

首先，从植保无人机发展角度来说，研究植保无人机避障喷雾路径规划技术是植保无人机专用技术发展的重点。因为植保无人机的主要用途就是飞防作业，但是作业实践中发现，传统植保无人机设计研究基本考虑安全性和飞行作业效率，缺乏避障规划，导致农业植保中，无人机喷雾受到障碍影响，喷雾效果不佳，农药利用率下降。研究无人机避障喷雾路径规划技术后，可利用该技术规划无人机避障路径，无人机在植保中遇到障碍可躲避路径或者调整姿态，继而实现高效喷雾，提升农业植保效率。

其次，从农业发展角度而言，该技术的研究与应用可优化植保无人机应用，减少传统无人机植保因无法避障而造成的农药化肥浪费。通过此技术研究与应用，可提升植保效率，为农作物技术升级提供保障。

2 关于植保无人机定点飞行研究

关于无人机避障喷雾路径规划的研究在最近被广泛关注，相关专家先对定点飞行技术进行研究，因为该技术可引导无人机定点飞行，在飞行途中便要设计最佳飞

行路径，有效躲避障碍。

2.1 定点飞行的基本避障原理

本文通过相关研究发现，目前无人机定点飞行技术，可融合应用定位系统、飞行控制系统、避障系统、路径规划算法、精密控制和数据处理等多个方面，无人机定低实现无人机在复杂环境中高精度、稳定飞行的技术。

(1) 定位系统：无人机需配备高精度的定位系统，如GPS、GLONASS或惯性导航系统（INS），以实现高精度定位。

(2) 飞行控制系统：通过飞行控制系统，无人机可以实时调整姿态、速度和航向，确保在预定路径上飞行。

(3) 避障系统：无人机配备传感器，如雷达、激光雷达、超声波传感器等，以探测周围环境中的障碍物。

(4) 路径规划算法：根据传感器数据和环境信息，无人机通过路径规划算法确定最佳飞行路径，有效避开障碍物。

(5) 精密控制：在飞行过程中，无人机需实时调整姿态和速度，确保在预定路径上稳定飞行。

(6) 数据处理：无人机将实时采集的环境数据传输至地面控制站，进行实时监控和分析。

2.2 避障方面的问题分析

研究发现，植保无人机定点飞行技术已经具备避障和路径规划算法，但是实践研究中发现，植保无人机的避障遇到相应的问题，其中比较常见的问题在于目前避障会导致喷雾效率下降，无人机因避障使其飞行距离也有所增加。

定点飞行无人机技术在应用之时，采用矩形绕行障碍技术，该技术的避障成本和效果均不能满足要求。所以在新时期植保无人机避障研究中，开始针对性提出新型无人机避障路径规划措施。

3 提出植保无人机避障喷雾路径规划研究

本文拟从植保无人机田间避障喷雾姿态状态入手,探究无人机相对障碍物空间位置和姿态变化与障碍物附近靶标区域雾滴沉积分布之间的关系,优化避障喷雾作业参数,进而提高无人机绕障喷雾作业质量。基于此,文章将开展无人机田间避障飞行姿态研究、无人机运动动力学仿真研究、航空避障喷洒雾滴沉积覆盖率研究。

3.1 避障喷雾路径规划基本技术结构和特点

3.1.1 基础技术结构

结合无人机定点技术本文提出一种新型植保无人机避障喷雾路径,该路径实现的主要结构包括无人机平台、障碍扫描信息采集平台、无人机空间位置跟踪平台以及环境监测平台,在无人机障碍喷雾路径规划中,通过不同平台的规划与应用,保证平台设计符合基本要求。

(1) 无人机作业平台。无人机作业平台是路径规划的基础平台,选择高性价比无人机平台,确保无人机能够符合农业植保要求,具备搭载喷雾设备的能力,满足喷雾基本要求。除基本功能之外,本次避障喷雾路径规划研究,提出无人机飞控系统和姿态控制系统,两个系统的应用,可实现飞行控制、提升姿态控制系统功能,保证系统应用高效开展。飞控系统在应用之时可获取全机设备管理、飞行解算和振动等数据,并且通过自动或手动遥控无人机工作运行,提升无人机自主作业运行模式,可提升无人机应用效率。

(2) 障碍物扫描信息采集平台。该平台建设应用的主要功能是在植保无人机飞行过程之中借助前端扫描模块,对无人机飞行路径上的障碍物实施全面全盘扫描,通过扫描确认无人机是否存在掌握,获取云信息数据。系统进行障碍物点云信息获取,同时通过该系统的挂载部分三维激光雷达系统获取无人机在实现避障过程中障碍物与无人机距离及方位信息,通过给定避障安全限制条件,进一步得到安全距离阈值范围。

(3) 无人机控制位置跟踪平台。无人机空间位置跟踪平台的设计是躲避障碍,规避路径的关键性平台,该平台的建设应用非常关键。采用精度高至微米,采样频率客户端可调,跟踪不易丢帧、性能稳定的Leica绝对跟踪仪来对避障喷雾过程中无人机空间位置进行实时定位,跟踪定位之后,提升无人机的综合应用效率,保证无人机应用高效开展,可切实提升无人机的应用效果。实际上,无人机应用之时,位置不断变化与跟踪,才能够构建规避路径,继而实现躲避障碍,防止无人机触碰障碍,或者防止喷雾触碰障碍。

(4) 环境监测模块。该模块的建设是出于无人机安

全飞行的考虑。因为人机在飞行之时,空气温度、湿度以及风速和风向都会对其产生影响。为此,为解决此类问题,避障路径规划设计之时,设计环境监测模块,利用先进环境监测技术可在无人机飞行之时获取风速风向、温湿度等信息,了解相关数据信息最后实施无人机运行调整,保证系统高效运行,提升系统工作能力。

3.2 技术实践与验证

上述技术流程为植保无人机避障喷雾路径规划技术体系的关键,为进一步验证无人机避障喷雾路径规划技术是否具有实践工作能力。本文在实施研究的过程中,按照上述结构选择硬件设备,最终搭建具备无人机避障喷雾路径规划的能力,提升系统应用效率,为无人机工作运行提供保障。

3.2.1 硬件构建

(1) 无人机选用的是“耕耘一号”农业植保无人机(江苏省常州市武进区西太湖科技产业园)型号为3WWDZ-10C。该无人机机身长度达到1.25m、空机重量和有效载荷重量分别为12.1kg和22.4kg,确保其具备搭建喷雾设备的能力。无人机本身应用3WWDZ-10C飞控系统,在该飞控系统的控制下,无人机每架次作业时间可达16.5min、架次喷施面积可为1.2hm²。为确保该无人机具备主动避障等功能,无人机搭载JIYI K++避障雷达,使其能够检测无人机飞行路径上的障碍。最后,无人机姿态控制系统悬停精度水平垂直分别为±1.5m、±0.5m,最大倾斜角度可达30°。

(2) 障碍物扫描信息采集平台。该平台的建设与应用可为数字化应用管理奠定基础,在本次平台搭建之时,集成应用4-C280接收机、CS9002 数据记录仪、移动电源、ALSS00-地面基准站以及储存控制系统,该系统在创建与应用之时,可实现信息回收与采集,对障碍物信息进行精准分析,确认障碍物位置,大小以及形状,为后续避开障碍物奠定基础,保证障碍物控制良好开展。另外,障碍物扫描应用三维激光扫描仪器,该扫描仪器激光线数达到16m、测量范围在100内、测量精度可达±3cm、波长可903nm^[1]。

(3) 绝对跟踪仪组件及其性能参数符合相关应用标准,可提升信息应用效率,为后续跟踪仪器应用奠定基础。跟踪器的应用主要是跟踪监控系统运行,保证无人机飞行之中不出现误差。通过全面研究发现,无人机系统在实际应用中,已经提出多项技术。本次硬件创建之时构建Leica绝对跟踪仪AT960 MR,该跟踪仪器在应用之时角度准确性可达到±15+6μm·-1^[2]。

3.2.2 实践验证分析

本文在进行研究的过程中,为验证提出的无人机飞行障碍系统,针对性提出一种飞行路径,在其飞行研究的过程中,针对性探讨无人机应用效果,为无人机应用奠定基础。为确保本次实验验证具有实践性,本文在实践验证研究中设计具体参数,并在最后实验,获取实验结果,分析无人机飞行避障喷雾路径规划的稳定性。

(1) 实验飞行参数设计

①本次实验选择的无人机技术平台为上述技术平台,该平台具有高效的应用效果,可满足无人机技术应用需求,适合在本次实验中应用,可搭载喷雾系统,并且其内部技术更加完善。

②设计实验参数。本次实验开展过程中,设计多种障碍距离以及不同环境、继而确认不同环境下,无人机避障绕行喷雾的效果。设计中总计完成6组实验,分别记录为ABCDEF。以下是对各组实验数据进行统计。

A: 飞行速度为 $1.5 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,飞行高度 $1.6 \pm 0.3 \text{ m}$ 、绕障碍距离 $2 \pm 0.1 \text{ m}$ 、风速 $0.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

B: 飞行速度为 $1.8 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,飞行高度 $1.6 \pm 0.3 \text{ m}$ 、绕障碍距离 $1.8 \pm 0.1 \text{ m}$ 、风速 $0.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

C: 飞行速度为 $1.5 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,飞行高度 $1.8 \pm 0.3 \text{ m}$ 、绕障碍距离 $2.0 \pm 0.1 \text{ m}$ 、风速 $0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

D: 飞行速度为 $1.8 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,飞行高度 $2.0 \pm 0.3 \text{ m}$ 、绕障碍距离 $1.8 \pm 0.1 \text{ m}$ 、风速 $1.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

E: 飞行速度为 $1.5 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,飞行高度 $1.8 \pm 0.3 \text{ m}$ 、绕障碍距离 $2.5 \pm 0.1 \text{ m}$ 、风速 $0.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

F: 飞行速度为 $1.5 \pm 0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,飞行高度 $2.0 \pm 0.3 \text{ m}$ 、绕障碍距离 $2.5 \pm 0.1 \text{ m}$ 、风速 $0.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(2) 具体实验开展

①障碍物空间定位。由于本次试验要精确定位无人机相对于障碍物的空间位置与姿态,因此不妨将无人机和障碍物两者视作一个系统,通过跟踪仪对障碍物所在的空间位置进行定位作为系统的参考点。具体来说,将跟踪设备中的3D红圈反射镜分别摆在障碍物表面不同

点,这些点刚好能被跟踪仪捕捉与定位构成障碍物所在位置三维坐标点,采集频为100Hz。

②障碍物定位后,进行绕障路径划定。无人机在进行绕障时是按照一定半径尺寸的半圆形路径进行作业,因此,前期先对地面进行打点,标记出大致的避障路径范围,这里避障半径R选择安全阈值下限2m,旨在最大限度靠近障碍物,获取障碍物附近靶标区域雾滴沉积的明显变化^[4]。

(3) 无人机避障效果研究

最后,实验数据统计并且完成分析,实验完成后,针对无人机在不同环境下避障作用,在本次实验统计中,主要验证总体避障成功率,同时对避障中无人机喷雾效果进行综合分析。通过无人机避障分析研究可知,6组实验中避障成功率达到100%,规划的轨迹避障误差在6.5%以内。最后在避障中,比传统技术避障喷雾效果高出1倍左右^[5]。

结束语:

根据以上理论和实践研究可知,本文研究的植保无人机避障喷雾技术具有良好的避障功能,喷雾效果比传统无人机喷雾更好,证明本次研究的无人机避障喷雾技术具有推广应用价值。

参考文献

- [1]何向锋,赵仁芳,黄凤燕,等.植保无人机避障技术应用研究[J].数字农业与智能农机,2023(6):28-30.
- [2]刘洋俊.基于数学建模的植保无人机特征结构分析[J].农机化研究,2023,45(6):239-242.
- [3]电子信息硕士.基于视觉的无人机自主避障系统的设计与实现[D].2023.
- [4]张之红.基于大型稀疏线性方程的农业植保无人机导航系统[J].农机化研究,2023,45(7):201-205.
- [5]程永红,王萌.基于语音识别处理的植保无人机航行路径控制研究[J].农机化研究,2024,46(2):44-48.