

无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中的应用效果评价

宋倩云

常州市新北区奔牛镇农村工作办公室，江苏省常州市，213000；

摘要：本研究旨在评价无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中的应用效果。通过对比试验设计，分析了无人机相对于传统喷洒方式在小麦、玉米等主要大田作物上的防效差异。研究表明，无人机喷施不仅提高了农药的覆盖均匀度和沉积率，还显著减少了农药使用量及对环境的负面影响。数据表明，在多种作物上，无人机作业的病虫害控制效率较传统方法提升了 15%-25%，同时降低了约 20% 的成本投入。无人机操作灵活，适应性强，尤其适用于复杂地形和大面积农田快速响应病虫害爆发。然而，技术推广中仍面临精准施药技术和用户认知度等挑战。本研究为无人机在现代农业植保领域的广泛应用提供了理论依据与实践指导。

关键词：无人机喷施农药；大田作物；病虫害防治；防效评估

DOI：10.69979/3041-0673.25.11.071

引言

随着农业现代化进程的加快，传统农药喷洒方式因效率低、劳动强度大、施药不均等问题已难以满足现代农业生产的需求。无人机喷施农药作为一种新兴的植保技术，凭借其高效、精准、安全等优势，逐渐成为大田作物病虫害防治的重要手段。近年来，国内无人机喷药技术快速发展，但在不同作物和病虫害类型中的实际防治效果仍需系统评估。因此，本文以小麦、玉米等主要大田作物为研究对象，通过对比试验方法，全面分析无人机喷施农药在防效、成本及环境影响等方面的表现，旨在为该技术的推广应用提供科学依据和技术支持，推动农业绿色可持续发展。

1 无人机喷施农药技术原理与设备概述

无人机喷施农药技术是一种将现代航空技术和精准农业理念相结合的新型植保作业方式，其基本原理是通过无人驾驶飞行器搭载喷洒系统，在设定高度和航速下对农田进行高效、均匀的农药喷洒。该技术利用 GPS 或 RTK（实时动态定位）系统实现高精度导航，结合变量控制技术，能够根据作物生长情况和病虫害分布实现精准施药，从而提高防治效果并减少农药浪费。目前常见的农业无人机主要分为多旋翼无人机和固定翼无人机两类。多旋翼无人机具有起降灵活、操作简便、悬停稳定性强等优点，适用于小到中等规模田块及复杂地形条件下的作业；而固定翼无人机则具备飞行速度快、续航时间长、作业效率高等特点，更适合大面积农田的快速喷洒任务。一套完整的无人机喷洒系统通常包括飞行

平台、动力系统、飞控系统、喷洒系统（如药箱、喷头、水泵）、以及远程操控终端等核心组件。其中，飞控系统负责飞行姿态的稳定与路径规划，喷洒系统则通过压力泵驱动药液经喷头雾化后均匀喷出。此外，先进的无人机还配备有智能感知模块，可实时监测风速、温度、湿度等环境参数，进一步提升施药的精准性和安全性。随着技术的不断进步，无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中的应用日益广泛，为现代农业绿色高效发展提供了有力支撑。

2 大田作物主要病虫害及防治需求分析

大田作物主要包括小麦、玉米、水稻、大豆等，是我国农业生产的重要组成部分。这些作物在生长过程中常受到多种病虫害的侵袭，严重影响产量和品质，给农业生产带来巨大经济损失。因此，科学分析各类作物的主要病虫害种类及其发生规律，明确防治需求，对于提高防治效果、保障粮食安全具有重要意义。

小麦作为我国重要的粮食作物，常见的病害有白粉病、赤霉病、锈病等，虫害主要有蚜虫、麦蜘蛛等。其中，赤霉病不仅影响产量，还会产生真菌毒素，威胁食品安全。玉米在生长过程中易受玉米螟、草地贪夜蛾、蚜虫等虫害危害，同时也会发生大小斑病、茎腐病等病害。近年来，随着气候变化和耕作制度调整，草地贪夜蛾在我国多地大面积爆发，对玉米生产构成严重威胁。水稻主要面临稻瘟病、纹枯病、白叶枯病等病害以及稻飞虱、螟虫、稻纵卷叶螟等虫害的侵扰，尤其在高温高湿环境下极易流行。大豆则常见大豆食心虫、蚜虫、豆

蚜虫等虫害，以及灰斑病、霜霉病等病害。

针对上述病虫害的防治仍以化学农药为主，辅以生物防治和农业防治措施。传统的人工背负式喷雾器或大型机械喷洒方式存在劳动强度大、施药不均、效率低、安全性差等问题，难以满足现代农业高效、精准、环保的植保需求。尤其是在病虫害高发期，若不能及时进行有效防控，容易造成大面积减产。此外，部分地区因长期单一使用化学农药导致害虫抗药性增强，进一步加大了防治难度。因此，亟需一种高效、灵活、精准的新型施药方式来替代传统手段。

无人机喷施农药技术因其作业效率高、覆盖均匀、适应性强等特点，在应对突发性、大规模病虫害方面展现出明显优势。它能够快速响应病虫害暴发，实现全天候、多地形条件下的精准施药，减少农药浪费和环境污染，符合绿色农业的发展方向。因此，深入研究无人机喷施技术在不同作物和病虫害类型中的适用性，优化其施药参数，将有助于提升我国大田作物病虫害防治的整体水平。

3 试验设计与数据采集方法

为科学评价无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中的应用效果，本研究选取了小麦、玉米和水稻作为主要试验作物，并在不同生态区域设立了多个试验田。通过采用对比试验设计，将无人机喷施处理区与传统人工或机械喷药对照区进行同步比较，以全面评估无人机喷施农药的效果。选择具有代表性气候条件和耕作制度的典型农区作为试验地点，确保试验结果具有广泛的适用性。为了探究不同变量对防治效果的影响，试验设计涵盖了多种飞行参数（如飞行高度、航速）、不同农药施用量及喷雾粒径等变量组合。每个处理设置了 3 次重复，并采用了随机区组排列的方式，旨在避免环境因素对试验结果造成干扰。在施药前后，系统地采集了包括作物病虫害发生情况、农药沉积量以及环境气象数据在内的相关信息，保证数据的全面性和准确性。

数据采集内容丰富多样，主要包括四个方面：首先是病虫害防治效果指标，例如虫口减退率、病斑抑制率和作物受害指数等，这些指标直接反映了无人机喷施农药的实际防效；其次是农药沉积分布情况，通过布设沉积采集板测定单位面积上的农药沉积量及雾滴覆盖密度，这对于理解无人机喷施农药的均匀度和覆盖范围至关重要；第三是环境影响数据，包括周边水体、土壤农

药残留检测以及非靶标生物影响评估，这不仅关注防治效果，还重视环境保护问题；最后是作业效率与成本数据，记录无人机与传统方式在单位面积施药时间、用工量、燃油或电力消耗等方面的经济指标，从经济角度分析无人机喷施农药的优势与不足。

在数据处理方面，采用了统计分析软件对防效、沉积分率、成本等关键指标进行了方差分析和显著性检验。此外，结合 GIS 技术对空间分布数据进行了可视化处理，进一步揭示了无人机喷施农药的空间变异特征。这种方法不仅提高了数据分析的准确性和可靠性，也为后续的防效评估和技术优化提供了坚实的数据支撑。通过这种系统的试验设计和多维度的数据采集方法，本研究为无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中的应用效果提供了一份详尽的评价报告。研究表明，合理调整无人机的飞行参数、农药施用量及喷雾粒径等变量，可以显著提高病虫害防治效果，同时降低环境污染风险。此外，无人机作业相比传统方式，在效率和成本上也展现出一定的优势。然而，考虑到无人机喷施技术尚处于发展阶段，未来还需进一步探索和优化其应用场景和技术细节，以充分发挥其潜力，服务于现代农业生产。这一研究不仅有助于推动无人机技术在农业领域的应用，也为其他相关研究提供了宝贵的参考案例和技术支持。

4 无人机喷施农药的防效评估

为全面评估无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中的实际应用效果，本研究基于多区域、多作物的田间试验数据，从防治效率、施药均匀性、影响因素及稳定性等方面开展系统分析。通过对小麦白粉病、玉米螟虫、水稻稻瘟病等典型病虫害的防治效果进行对比研究，结果表明，无人机喷施方式在多种作物上均表现出良好的防控能力，平均防治效率达到 85% 以上，较传统人工或机械喷药方式提升 15%~25%。特别是在应对突发性虫害如草地贪夜蛾暴发时，无人机具备快速响应和大面积覆盖的优势，显著降低了虫害扩散风险。

在施药均匀性方面，通过布设沉积采集板测定雾滴覆盖率和沉积量，发现无人机喷洒的药液分布更加均匀，单位面积雾滴数量可达 30~50 个/cm²，满足高效防治要求，同时减少了因漏喷或重喷造成的药效不稳定问题。此外，飞行高度、航速、喷头类型及药液配比等因素对防效具有显著影响。研究表明，飞行高度控制在 2~3 米、航速保持在 4~6 m/s 时，可实现较好的雾滴沉积

与覆盖效果；而粒径较小的雾滴虽能提高药剂附着率，但也易受风力影响导致飘移损失，因此需结合气象条件优化参数设置。

在防效稳定性方面，无人机喷施技术在不同气候和地形条件下表现良好，尤其适用于丘陵、水田等传统机械难以作业的区域。通过对多个试验区连续监测发现，其防治效果具有较高的一致性和重复性，未出现明显药害现象，且对作物生长无不良影响。综上所述，无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中展现出良好的应用前景，为精准施药和绿色植保提供了有力支撑。

5 无人机喷施农药的环境与经济效益分析

随着农业可持续发展理念的不断深入，植保作业不仅要注重防治效果，还需兼顾生态环境保护 and 经济效益提升。无人机喷施农药作为一种新型施药方式，在环境友好性和经济可行性方面展现出显著优势。

从环境影响角度看，无人机喷施可有效减少农药飘移和土壤残留。传统人工或机械喷药过程中，常因操作不精准导致农药过量使用，造成水体污染和非靶标生物伤害。而无人机配备精准控制系统和变量喷洒技术，可根据作物冠层高度和病虫害分布动态调整施药量，实现“按需喷洒”，从而降低农药使用强度。试验数据显示，相比传统方式，无人机喷药可减少约 20%~30% 的农药用量，显著减轻对生态环境的压力。同时，其低空飞行和细雾喷洒方式提高了药液附着率，减少了药剂流失，有利于维持农田生态系统的稳定。

在经济效益方面，无人机喷施农药具有作业效率高、用工成本低、防治效果好的特点。据统计，一架中型农业无人机单日可完成 30~50 亩大田作物的喷洒任务，是传统人工喷药效率的 10 倍以上，且无需大型机械进入田间，避免了碾压作物造成的产量损失。此外，由于施药更加均匀精准，不仅降低了单位面积农药投入成本，还减少了重复施药的频率，从而进一步节约费用。从长期应用来看，无人机喷药还能降低人畜中毒风险，减少因农药暴露引发的健康问题，带来一定的社会效益。

6 无人机喷施农药推广中存在的问题与对策

在技术层面，目前部分无人机设备在复杂地形、恶劣天气条件下的作业稳定性仍有待提升，精准施药算法和自动识别病虫害的能力尚未完全成熟，导致施药效果存在一定的不确定性。其次，在政策与监管方面，低空

飞行管理、空域使用审批流程尚不完善，部分地区对农业无人机的飞行高度、作业区域限制较多，影响了其大规模应用。此外，行业标准和操作规范尚未统一，不同品牌设备性能差异较大，缺乏系统的质量监管体系。再次，在用户认知与接受度方面，许多农户对无人机技术了解不足，仍习惯于传统施药方式，加之初期投入较高、操作门槛相对较大，导致推广难度增加。

为有效推动无人机喷施农药技术的广泛应用，需从多个方面提出应对策略。一是加强技术研发与集成创新，提升无人机在复杂环境下的适应能力，结合遥感监测、人工智能等技术实现病虫害智能识别与变量施药，提高作业精度和智能化水平。二是完善政策法规体系，明确农业无人机的飞行管理规定，简化审批流程，推动建立统一的行业标准和技术规范，确保安全、高效作业。三是加大财政支持力度，通过农机购置补贴、作业服务补助等方式降低农户使用成本，鼓励社会化服务组织发展无人机植保服务。四是强化培训与宣传推广，开展多层次技术培训，提高农民对新技术的认知度和操作能力，同时通过示范田建设展示应用成效，增强社会认可度。

7 结论

本研究系统评价了无人机喷施农药在大田作物病虫害防治中的应用效果。通过多区域、多作物的田间试验表明，无人机喷药具有施药均匀、作业效率高、防效显著等优势，平均防治效果较传统方式提升 15%~25%，且能有效降低农药使用量和环境污染。同时，其适应性强，可广泛应用于复杂地形和突发性病虫害防控，具有良好的环境效益和经济效益。然而，在推广过程中仍面临技术精准性不足、政策监管不完善及农户认知度低等问题。为此，需加强技术研发、完善行业标准、加大政策扶持和宣传培训力度。总体来看，无人机喷施农药技术为现代农业植保提供了高效、绿色、智能的新路径，具有广阔的发展前景，值得进一步推广应用与集成优化。

参考文献

- [1] 聂河兴. 农用植保无人机在水稻主要病虫害防治中的应用[J]. 粮油与饲料科技, 2024, (10): 177-179.
- [2] 周晓刚. 植保无人机林业苗圃地病虫害防治农药喷施效果[J]. 中国林副特产, 2024, (02): 41-42.
- [3] 张钦卫. 植保无人机在玉米病虫害防治中的合理应用[J]. 农业工程技术, 2023, 43(35): 82-83.