

# 低空经济的石榴病虫害监测与防治新模式探索及推广路径

张碧会 王莲存 李金友  
会泽县农业农村局水果工作站  
DOI:10.32629/ej.v9i2.3353

**[摘要]** 低空经济作为现代农业转型升级的重要支撑,为石榴病虫害监测与防治提供了全新技术路径,有效破解传统防治模式效率低下、精准度不足、污染严重等痛点。本文结合石榴产业发展实际,立足低空经济技术应用场景,探索基于低空设备的石榴病虫害“监测-预警-防治-复盘”全流程新模式,分析当前模式应用中的核心瓶颈,提出针对性推广路径,为提升石榴病虫害防治智能化水平、推动石榴产业高质量发展提供理论支撑与实践参考。

**[关键词]** 低空经济; 石榴; 病虫害监测; 病虫害防治; 推广路径  
**中图分类号:** S665.4 **文献标识码:** A

## Exploration and Promotion Pathways for a New Model of Monitoring and Pest Control in the Low-Altitude Economy

Bihui Zhang Liancun Wang Jinyou Li

Fruit Workstation, Agricultural and Rural Affairs Bureau of Huize County

**[Abstract]** As a crucial support for the modernization and upgrading of agriculture, the low-altitude economy offers a novel technical pathway for monitoring and controlling pomegranate diseases and pests, effectively addressing the shortcomings of traditional prevention methods—such as low efficiency, insufficient precision, and severe pollution. This paper, grounded in the practical development of the pomegranate industry and the application scenarios of low-altitude technology, explores a comprehensive new model for pomegranate disease and pest management based on low-altitude equipment, encompassing the entire process of "monitoring, early warning, prevention, and review." It analyzes the core bottlenecks in current model applications, proposes targeted promotion strategies, and provides theoretical support and practical references for enhancing the intelligent level of pomegranate disease and pest control and promoting the high-quality development of the pomegranate industry.

**[Key words]** Low-altitude economy; Pomegranate; Pest and disease monitoring; Pest and disease control; Promotion pathway

### 引言

石榴产业是特色农业的重要组成部分,优质石榴种植对病虫害防治的精准度、及时性要求较高,病虫害的发生与蔓延直接影响果品品质、产量及产业效益。传统石榴病虫害监测依赖人工巡查,防治以大面积喷施农药为主,存在监测滞后、防治盲目、资源浪费、环境污染等问题,难以适应规模化、精细化的产业发展需求。低空经济依托无人机、低空遥感等技术,实现了空中巡查与地面防治的高效联动,打破了传统防治模式的局限,推动病虫害防治向精准化、智能化、绿色化转型。

#### 1 低空经济在石榴病虫害监测与防治中的应用基础

##### 1.1 低空经济技术支撑体系

低空经济在石榴病虫害监测与防治中的应用,核心依托低

空飞行设备、遥感探测技术、数据处理系统三大支撑,形成“空中感知-数据解析-地面响应”的闭环体系。低空飞行设备以小型无人机为核心,搭配高清摄像头、多光谱传感器等设备,可实现石榴种植区域的全方位、无死角巡查,克服传统人工巡查受地形、距离限制的弊端,大幅提升巡查效率<sup>[1]</sup>。遥感探测技术能够捕捉石榴叶片颜色、形态变化,精准识别病虫害初期症状,甚至可提前预判病虫害发生趋势,为防治工作争取时间。数据处理系统则对低空设备采集的图像、光谱等数据进行分析,生成病虫害发生位置、危害程度、扩散趋势等报告,为精准防治提供数据支撑,实现“早发现、早识别、早防治”的目标。

当前,低空技术已逐步成熟,小型无人机操作便捷、成本可控,适配石榴种植园区的地形特点,无论是平原连片种植区域还

是山地分散种植区域,均可灵活开展作业。多光谱遥感、红外探测等技术的应用,进一步提升了病虫害识别的精准度,能够区分不同病虫害的危害特征,避免误判误治,为绿色防治奠定基础。

### 1.2 石榴病虫害防治的现实需求

石榴种植过程中,病虫害种类繁多,常见的病害与虫害均会对石榴生长造成严重影响,不仅导致果品品质下降,还可能造成大幅减产,制约产业可持续发展。传统防治模式中,人工巡查效率低下,难以覆盖大面积种植区域,往往在发现病虫害时,危害已扩散,增加了防治难度与成本;盲目喷施农药不仅浪费农资,还会造成土壤、水体污染,影响果品安全,与绿色农业发展理念相悖。

随着石榴产业规模化发展,传统病虫害防治模式已难以满足产业高质量发展的需求,亟需一种高效、精准、绿色的防治模式。低空经济的兴起,恰好契合了石榴病虫害防治的现实需求,通过低空设备的空中优势,实现病虫害监测的全方位、精准化,结合精准施药技术,减少农药使用量,兼顾防治效果与生态环保,同时降低人工成本,提升产业经济效益,为石榴产业转型升级提供有力支撑<sup>[2]</sup>。

## 2 低空经济的石榴病虫害监测与防治新模式构建

### 2.1 精准监测: 低空遥感+人工核验的双重监测机制

精准监测是病虫害防治的前提,新模式依托低空经济技术,构建“低空遥感巡查+人工现场核验”的双重监测机制,提升监测的精准度与全面性。一方面,利用小型无人机搭载多光谱传感器、高清摄像头,按照预设航线对石榴种植园区进行定期巡查,重点捕捉石榴叶片、果实的异常变化,如叶片发黄、斑点、卷曲,果实破损、畸形等,通过遥感技术将异常区域转化为可视化数据,传输至数据处理系统。另一方面,数据处理系统对采集的图像、光谱数据进行分析,识别病虫害类型、发生位置及危害程度,生成监测报告,标注重点防控区域,安排专业技术人员进行现场核验,确认病虫害种类及危害范围,避免遥感监测的误判,确保监测数据的准确性<sup>[3]</sup>。

### 2.2 智能预警: 数据建模+分级预警的防控前置体系

基于精准监测的数据支撑,构建智能预警体系,实现病虫害的提前预判与分级预警,推动防治工作前置。通过整合历史病虫害发生数据、低空监测数据、气象数据、土壤数据等,建立石榴病虫害发生趋势预测模型,利用大数据分析技术,预判病虫害的发生时间、扩散速度及危害范围,根据危害程度划分预警等级,分为一般预警、较重预警、严重预警三个等级。

针对不同预警等级,制定差异化的预警响应机制,通过短信、APP等方式,及时向种植户、合作社、农业技术部门推送预警信息,明确预警区域、病虫害类型、防控建议及时间节点,确保相关主体能够及时掌握病虫害动态,提前做好防控准备。智能预警体系的构建,打破了传统“发现病虫害再防治”的被动模式,实现了病虫害防治的前置化,有效降低了病虫害扩散风险,减少了防治成本<sup>[4]</sup>。

### 2.3 靶向防治: 低空施药+绿色防控的协同防治模式

在精准监测与智能预警的基础上,构建“低空靶向施药+绿色防控”的协同防治模式,兼顾防治效果与生态环保,实现精准防治、绿色防治。针对预警标注的重点防控区域,利用小型无人机搭载精准施药设备,按照病虫害发生位置及危害程度,精准喷施农药,控制施药范围与用量,避免大面积喷施造成的农资浪费与环境污染。同时,结合绿色防控技术,如天敌防治、生物农药应用、农业防治等,与低空靶向施药形成协同效应,提升防治效果,减少化学农药使用量,保障果品安全。

### 2.4 闭环复盘: 数据复盘+技术优化的持续提升机制

新模式注重防治效果的复盘与优化,构建“数据复盘+技术优化”的闭环机制,实现病虫害防治水平的持续提升。每次防治工作结束后,利用低空设备对防控区域进行二次巡查,采集病虫害防治后的图像、数据,与防治前的监测数据进行对比,分析防治效果,评估施药方案、防控措施合理性。同时,整理复盘数据,更新病虫害发生趋势预测模型,优化低空巡查航线、施药参数等,针对防治过程中出现的问题,如病虫害识别误判、施药效果不佳等,提出改进措施,完善监测与防治流程,形成“监测-预警-防治-复盘-优化”的闭环,持续提升病虫害防治的精准度与效率<sup>[5]</sup>。

## 3 低空经济石榴病虫害监测与防治新模式推广中的瓶颈

### 3.1 技术应用门槛较高,推广覆盖面有限

低空经济相关技术的应用需要一定的专业知识与操作技能,小型无人机的操作、数据处理系统的使用、病虫害识别与预判等,均需要专业技术人员指导。当前,石榴种植主体多以农户、小型合作社为主,部分种植户文化水平较低,缺乏低空设备操作与数据解读能力,难以独立开展低空监测与防治工作。同时,低空设备、遥感技术等前期投入成本较高,小型种植户难以承担设备采购、维护及技术培训的费用,导致新模式的推广覆盖面有限,主要集中在规模化种植基地,难以普及到分散种植户。

### 3.2 技术适配性不足,贴合度有待提升

当前,低空经济技术在石榴病虫害监测与防治中的应用,多借鉴其他农作物的应用模式,缺乏针对石榴生长特性、病虫害类型的专属适配优化。石榴树树形、叶片密度与其他农作物存在差异,低空遥感设备的参数设置、巡查航线规划等未充分结合石榴种植特点,导致部分病虫害识别精准度不足,尤其是对初期轻微病虫害的识别效果不佳。

### 3.3 服务体系不完善,技术支撑不足

低空经济石榴病虫害监测与防治新模式的推广,需要完善的技术服务体系作为支撑。当前,相关技术服务机构数量不足,专业技术人员短缺,难以提供全方位的技术指导、设备维护、数据解读等服务。种植户在使用低空设备过程中,遇到设备故障、技术难题时,无法及时获得专业帮助,导致设备利用率不高,新模式难以充分发挥作用。

### 3.4 认知水平不足,接受度有待提高

部分石榴种植户长期依赖传统病虫害防治模式,对低空经济技术的了解有限,存在认知偏差,认为低空监测与防治技术成本高、操作复杂,不如传统人工防治直观、便捷,对新模式的接受度不高。同时,部分种植户过于注重短期经济效益,认为新模式前期投入大,短期内难以看到回报,缺乏采用新技术、新模式的积极性,导致新模式的推广进度缓慢。

#### 4 低空经济石榴病虫害监测与防治新模式的推广路径

##### 4.1 降低应用门槛,扩大推广覆盖面

针对技术门槛高、投入成本高的问题,采取多元化措施降低应用门槛,扩大新模式的推广覆盖面。一方面,加大政策扶持力度,出台补贴政策,对种植户、合作社采购低空设备、开展技术培训给予补贴,降低前期投入成本,鼓励小型种植户采用新模式。同时,简化低空飞行审批流程,优化低空飞行监管服务,为低空设备作业提供便利条件。

另一方面,搭建共享服务平台,鼓励专业机构、企业开展低空监测与防治共享服务,为分散种植户提供无人机租赁、专业操作、数据解读等一站式服务,种植户无需自行采购设备、培训技术,即可享受新模式带来的便利,有效扩大推广覆盖面。

##### 4.2 优化技术适配,提升贴合度与实用性

结合石榴种植特点与不同区域的实际情况,优化低空经济技术适配性,提升新模式的贴合度与实用性。一方面,针对石榴树形、叶片密度等生长特性,优化低空遥感设备参数设置、巡查航线规划,完善病虫害识别模型,提升病虫害识别的精准度,尤其是初期轻微病虫害的识别效果,确保监测数据的准确性。

另一方面,结合不同种植区域的地形、气候条件,制定差异化的技术方案,针对山地种植区域,优化无人机飞行模式,提升低空飞行的稳定性与安全性;针对平原连片种植区域,优化巡查效率与施药参数,提升防治效果。同时,持续收集种植户反馈的问题,不断优化监测与防治流程,完善新模式的技术细节,确保新模式贴合石榴产业实际需求,提升实用性。

##### 4.3 完善服务体系,强化技术支撑

构建完善的技术服务体系,强化新模式推广的技术支撑。一方面,加大专业技术人员培养力度,与院校、职业培训机构合作,开展针对性的技术培训,培养一批具备低空设备操作、数据解读、病虫害识别等技能的专业技术人员,充实技术服务队伍。同时,鼓励技术人员深入田间地头,为种植户提供一对一的技术指导,解决设备操作、技术应用中的难题。

另一方面,培育专业的技术服务机构,推动技术服务市场化,鼓励企业开展设备维护、技术咨询、数据服务等业务,为种植户

提供全方位的技术服务。完善技术培训体系,优化培训内容,增加实操培训环节,结合石榴病虫害防治实际案例,提升种植户的操作技能与技术应用能力,确保种植户能够熟练掌握新模式的应用方法。

##### 4.4 加强宣传引导,提高认知度与接受度

通过多种渠道加强宣传引导,提高种植户对低空经济技术及新模式的认知度与接受度。一方面,利用新媒体、农业技术推广会、田间观摩会等形式,宣传低空经济在石榴病虫害监测与防治中的优势,展示新模式的应用效果,通过实际案例让种植户直观了解新模式的高效性、精准性与绿色性,消除认知偏差。

另一方面,加强绿色农业理念宣传,普及精准防治、绿色防控知识,引导种植户转变传统防治观念,重视果品安全与生态环保,提高对新模式的接受意愿。同时,培育示范户、示范基地,发挥示范引领作用,让种植户看到新模式带来的经济效益与生态效益,激发种植户采用新模式的积极性,推动新模式广泛应用。

## 5 结论

低空经济为石榴病虫害监测与防治提供了全新的技术路径,构建“精准监测-智能预警-靶向防治-闭环复盘”的新模式,能够有效破解传统防治模式的弊端,提升病虫害防治的精准度、效率与绿色性,为石榴产业高质量发展提供有力支撑。当前,该新模式在推广过程中面临技术门槛高、适配性不足、服务体系不完善、认知度不高等瓶颈,需要通过降低应用门槛、优化技术适配、完善服务体系、加强宣传引导等推广路径,推动新模式广泛应用。

### [参考文献]

- [1]陈宗学,马玉波.石榴果腐病的危害、成因及综合防治策略[J].果农之友,2026,(02):89-91.
- [2]李小敏.豫西南地区石榴种植及病虫害防控技术[J].河南农业,2025,(19):29.
- [3]王林林,刘宜彬.石榴高产栽培和病虫害综合防治技术[J].中国果业信息,2025,42(05):55-57.
- [4]徐蕾,朱思庆.石榴栽培技术及病虫害防治策略[J].果农之友,2025,(02):51-53.
- [5]李四军.软籽石榴常见病虫害综合防控措施[J].世界热带农业信息,2024,(05):40-42.

### 作者简介:

张碧会(1975--),女,彝族,云南曲靖人,本科,高级农艺师,研究方向:农业技术推广。