

设施农业植保机械化装备技术推广分析

徐艳利

南乐县艳丽农化服务部 河南 濮阳 457400

摘要:设施农业植保机械化是推动设施农业提质增效、绿色发展的关键支撑。本文梳理了常规、智能、轻量化三类主流植保机械化装备,阐释精准施药、自主导航等核心技术与应用优势。结合当前政策、市场、推广模式现状,剖析装备适配性不足、农户应用能力弱、推广服务体系不完善等核心问题,从装备研发、推广体系、配套服务三方面提出优化策略,并展望装备智能轻量化、推广标准化、技术绿色集成化的行业发展趋势。

关键词:设施农业;植保机械化装备;技术推广

引言:设施农业是现代农业高质量发展的核心业态,植保作业是设施种植生产的关键环节。传统人工施药效率低、农药浪费严重,且存在诸多安全隐患,难以适配规模化、标准化设施农业发展需求。植保机械化装备及智能化技术的应用,可有效破解传统植保作业痛点,助力农药减量增效与安全生产。基于此,本文系统分析设施农业植保机械化技术推广现状、制约因素,针对性提出优化对策,为技术普及落地提供参考。

1 设施农业植保机械化装备核心技术与应用优势

1.1 设施农业主流植保机械化装备类型

(1) 常规机械化植保装备:主要涵盖背负式机动喷雾器、牵引式喷杆喷雾机及风送式喷雾设备等类型。该类装备技术成熟可靠,操作简便,性价比优势突出,能够有效满足中小型设施种植基地日常植保作业的基本需求。(2) 智能化精准植保装备:包括温室植保机器人、无人巡检施药一体机及变量施药控制系统等先进装备。该类装备搭载视觉识别与自主导航等智能化技术,可实现精准定点施药与智能路径规划,充分适配规模化、标准化设施农业园区的现代化高效管理要求。(3) 轻量化电动植保装备:针对设施大棚行距狭窄、空间相对密闭的特殊种植环境而专门设计,采用小型轻量化结构,具有机动灵活性强、无尾气污染等显著优点,能够良好适应小农户种植场景的复杂作业条件与实际操作能力^[1]。

1.2 植保机械化核心技术体系

(1) 精准施药技术:基于病虫害智能识别实现变量施药与靶向施药,可有效减少农药浪费,显著提升药剂在作物靶标表面的沉积均匀性,降低农业面源污染风险,促进化肥农药减量增效目标实现。(2) 自主导航与智能控制技术:融合 UWB 高精度定位、视觉感知与自动

避障等多种先进技术手段,实现植保装备在复杂设施环境中的全程无人化自主作业,有力保障作业连续性与运行安全性。(3) 低损高效作业技术:通过优化喷雾压力与雾滴粒径等关键控制参数,精准匹配果蔬、花卉等不同设施作物的生长特性与农艺要求,有效避免机械作业过程对植株造成的物理损伤。

1.3 植保机械化装备应用核心优势

(1) 作业效率优势:机械化作业大幅提升植保作业速度与日作业面积,有效解决传统人工施药效率低下、耗时费力等突出问题,充分适配规模化设施农业生产的时效性需求。(2) 绿色生产优势:精准施药技术可将农药利用率提高 20%—40%,显著减少农药流失与环境污染,有力支撑农业绿色可持续发展和化肥农药减量政策的落地实施。(3) 安全生产优势:有效替代人工在高空、密闭等危险环境下的施药作业,显著降低人员农药中毒、高温中暑等健康安全风险,切实改善植保作业环境与劳动卫生条件。

2 设施农业植保机械化装备技术推广现状与问题分析

2.1 设施农业植保机械化技术推广现状

(1) 政策推广现状:国家及地方层面持续出台农机购置补贴、农业现代化发展扶持等政策措施,不断加大设施植保机械化推广扶持力度,逐步完善顶层推广体系与制度框架,在农机具补贴目录更新、示范项目建设、标准化推进等方面形成较为系统的政策支撑,为技术普及创造良好政策环境。(2) 市场应用现状:规模化设施园区的机械化普及率持续稳步提升,智能化植保装备逐步落地应用,部分先导区已开展无人化植保作业试点,但小农户种植区域仍以传统人工背负式施药方式为主,整体普及率在不同区域、不同经营主体之间呈现显著不

均衡特征,东西部差距与城乡差距并存。(3)技术推广模式现状:已逐步形成政府主导推广、企业市场化推广、科研院所技术赋能、合作社示范带动等多方协同的多元推广模式,通过建立试验示范基地、组织现场观摩会、开展田间课堂培训等多种形式,在技术宣传、试验示范、应用指导等环节发挥互补作用,推广网络覆盖面不断扩大。

2.2 技术推广存在的核心问题

(1) 装备技术适配性不足:部分通用植保装备在外形尺寸、作业幅宽与转向灵活性等方面与设施大棚小空间、高湿度的密闭环境匹配度不高,智能化装备在复杂光照与温湿度波动条件下的环境适应性及运行稳定性仍有待进一步提升,实际作业效果与实验室标定参数存在偏差。(2) 农户接受与应用能力薄弱:小农户整体文化水平与科技素养有限,对智能植保装备的操作使用、日常维护保养及简易故障排除等技能掌握不足,加之传统种植观念根深蒂固、风险规避意识较强,对新技术可靠性持观望态度,主动采纳意愿普遍偏低,制约技术推广的基层渗透率。(3) 推广服务体系不完善:基层农机推广人员专业能力与知识储备相对薄弱,人员配置不足、队伍老龄化问题突出,技术培训、售后维修、设备调试、配件供应等配套服务体系建设相对滞后,难以有效支撑技术从试验示范向大面积推广应用转化,后续跟踪服务缺位现象较为普遍。

2.3 技术推广的制约因素分析

(1) 经济因素:智能植保装备单台购置成本较高,小农户经济投入压力较大,现有农机补贴政策在基层的落地精准度与覆盖面仍显不足,部分地区补贴申报流程繁琐、兑付周期较长,一定程度降低了技术推广对普通种植主体的吸引力与实际获得感。(2) 技术因素:核心智能控制、环境感知等关键技术成果在设施特定场景下的本土化适配研发不够深入,设备故障率偏高、维修周期较长、维修配件获取不便,且技术迭代更新速度滞后于设施种植生产实际需求的快速变化,削弱了用户持续使用的信心^[2]。(3) 体系因素:政府、企业、科研机构与合作社等推广主体之间的协同性不足,联动工作机制尚不健全,推广资源分散配置,信息共享与分工协作不畅,各主体间存在重复建设与资源浪费现象,整体推广效率有待进一步提升。(4) 产业因素:设施农业种植模式普遍呈现碎片化、分散化特征,作物种类繁多、种植制度与茬口安排不统一,农艺标准化程度偏低,直接制约标准化植保机械的规范作业实施,影响技术规模化推广的实际效果与辐射带动能力。

3 设施农业植保机械化装备技术推广优化策略与发展展望

3.1 优化装备研发与适配升级,夯实推广基础

(1) 针对性研发专用装备:聚焦不同设施大棚空间差异与作物农艺要求,重点研发小型化、轻量化、高适配、低成本的专用植保装备。针对日光温室、塑料大棚、连栋温室等结构特点,分别开发适宜行走底盘与施药系统,着力解决“进得去、转不开、喷不匀”难题,填补细分场景装备空白,满足多样化种植差异化需求。(2) 强化核心技术迭代升级:持续优化智能感知决策、精准变量施药、耐高湿环境适应等关键技术,提升复杂设施环境下的作业稳定性与控制精准度。重点突破高温高湿下电子元器件防护技术、复杂光照下视觉识别增强技术,有效降低设备故障率与全生命周期使用成本,增强产品市场竞争力与用户认可度^[3]。(3) 推进装备模块化、标准化设计:加快建立设施植保装备统一作业标准与接口规范体系,推行模块化组合设计,将动力、施药、控制等功能单元标准化封装与灵活组合,提升设备通用互换性与维修便捷性,降低配件供应与技术服务复杂程度,为规模化推广奠定标准化基础。

3.2 完善多元推广体系,提升推广效能

(1) 强化政府政策引领:持续优化农机购置补贴政策的结构设计与兑付流程,适当提高小农户、偏远落后地区的补贴比例与覆盖范围,探索实施作业补贴与购置补贴相结合的多元化支持方式。完善基层农机推广站点硬件配置与人员编制,健全绩效考核与激励约束机制,切实打通政策落地“最后一公里”。(2) 构建产学研用协同推广模式:有效联动科研院所、装备制造企业、基层推广机构与种植主体,搭建“技术研发—中试验证—示范展示—成果转化”一体化推广服务链条。鼓励科研人员深入生产一线开展技术指导,推动企业设立田间试验点,加速科技成果向现实生产力转化,缩短技术从实验室到田间的应用周期。(3) 发挥示范主体带动作用:依托现代农业产业园区、规模化种植合作社及家庭农场等新型经营主体,集中打造高标准植保机械化示范基地。通过组织现场观摩学习、开展对比试验测产、核算综合效益等方式,以直观数据展示新装备在省工节药、增产提质等方面的实际效果,以点带面提升周边农户对植保新装备的认知水平与主动采纳意愿^[4]。(4) 创新推广活动组织方式:结合农时季节与作物生育期关键节点,组织开展“植保机械田间日”“技术下乡进棚入户”等系列推广活动,通过现场演示、实操体验、用户现身说法等生动形式,增强技术推广的亲和力与说服力。

力,有效促进潜在用户向实际用户的转化。

3.3 健全配套服务体系,保障技术落地

(1) 加强基层人才队伍建设:面向基层推广人员、农机操作手及种植农户,分层分类制定培训方案,开展常态化技术培训与实践操作演练。重点提升设备规范操作流程、日常维护保养要点与常见故障快速诊断处置等实用技能,注重培养既懂农艺又懂机械的复合型实用人才,夯实植保机械化技术推广的人力资源基础。(2) 完善售后运维服务体系:推动装备生产企业下沉服务网络至县乡层面,依托供销社体系、农机维修网点等现有资源建立本地化维修服务站点,配备专业维修人员与常用配件库存。提供从设备安装调试、定期保养到故障维修的全流程闭环服务,建立快速响应机制,切实降低农户使用门槛与技术风险,增强用户持续使用信心。(3) 搭建数字化推广服务平台:依托移动互联网、短视频平台与新媒体矩阵,建设集技术科普、专家在线答疑、远程运维指导、二手交易等功能于一体的数字化综合服务平台。建立典型问题知识库与故障诊断专家系统,实现技术资讯精准推送与常见问题即时自助解决,大幅提升推广服务的便捷性、覆盖广度与时效性,有效缓解基层技术人员不足的矛盾。

3.4 行业发展趋势展望

(1) 装备智能化、轻量化发展:随着人工智能、电机技术及新型复合材料的持续突破与应用,无人化自主路径规划作业、病虫害智能识别与精准靶向施药、小型轻便灵活机动等特性将成为植保装备的主流发展方向,深度适配精细化、多样化设施农业生产模式对装备的差异化需求,设施植保作业将逐步由“有人化”向“少人化”“无人化”转变。(2) 推广规模化、标准化发展:伴随设施农业标准化生产规程的逐步建立完善与农村土地流转规模的持续扩大,植保机械化技术应用将由点状示范加速向区域全域推进,设施农业机械化综合

水平将稳步迈上新台阶,东中西部之间、不同经营主体之间的发展差距将逐步收窄,机械化红利将惠及更广泛的种植群体^[5]。(3) 技术绿色化、集成化发展:植保机械化技术将与天敌昆虫释放、性信息素诱控、生态调控等绿色防控技术,以及水肥一体化灌溉系统、农业物联网、智慧农业管控平台等深度融合集成。通过多源数据融合分析与智能决策输出,构建形成“精准施药+生态调控+智能决策”三位一体的高效、低碳、环保型设施植保生产体系,有力支撑农业碳达峰碳中和目标与乡村全面振兴战略的协同推进。

结束语

设施农业植保机械化技术推广是推进设施农业现代化、绿色化发展的重要举措。当前行业发展机遇与现实困境并存,装备适配性不足、推广体系不完善等问题仍制约技术落地。未来需持续优化装备研发升级,健全多元协同推广机制与配套服务体系,破解各类推广制约瓶颈。通过技术、服务、模式多维升级,推动植保机械化、智能化技术广泛普及,赋能设施农业提质增效与可持续发展。

参考文献

- [1] 黄薛凯,汪小昂.设施电动农机装备关键技术与发展趋势[J].中国农学通报,2025,41(26):95-116.
- [2] 李欣,周建伟.丘陵设施农业植保机械推广难点及提质路径[J].南方农业,2024,18(18):167-170.
- [3] 张磊.智能化背景下设施植保装备技术普及困境与创新推广模式[J].农机使用与维修,2024,16(11):89-91.
- [4] 刘亚萍,张平,王伯凯.设施农业植保机械推广瓶颈与协同推广机制构建[J].中国农机化学报,2023,44(08):211-216.
- [5] 王浩宇.设施农业植保机械化装备应用现状及推广对策[J].农业技术与装备,2025,8(07):34-36.