

打造智能经济新形态·低空图景

云耕作

来自新疆的调查

本报记者

耿丹

润农田

低空经济正深刻改变着农业生产方式。棉田上空洒药,麦浪之间“投喂”,枣园、核桃林里巡检……天山南北,无人机身影越来越常见。从播种、施肥到运输、监测,无人机等低空技术全程介入农业生产链条,将新疆农业推向了更加精准、高效、智能的新阶段,也为这片土地绘制出一幅“云上耕作”的现实图景。

新疆地域广袤,是我国重要的商品棉基地和特色果品产区。大规模、大田块的农业形态,为新疆低空农业提供了广阔天地。近年来,以植保无人机为代表的低空应用在天山南北快速推广,从棉花、小麦、玉米到红枣、核桃、蜜瓜,从喷洒施肥到低空运输、遥感监测,无人机正深刻改变着这里的农业生产方式。

从“大水大肥”到“精准施药”

冬小麦拔节生长的季节,昌吉回族自治州昌吉市二六工镇的大田里,植保无人机在飞手马明的操作下按预设航线施肥作业。不到10分钟,几十亩麦田已喷洒完成。

“过去人工打药,一个人一天最多完成30亩,现在一架无人机一天能作业上千亩。”3年前,马明从一名普通农民转型,当起了职业飞手,去年仅靠植保无人机就为村民保收了8万元。如今,像马明这样的职业飞手越来越多,他们用手中的无人机改变了传统耕作方式。

在新疆,农用无人机已广泛应用于小麦、棉花、玉米、甜菜等农作物的植保作业中。与人工和地面机械相比,无人机作业不仅能有效提高农作物病、虫、草害的防治效果,还能促进农药的减量、精确、高效、合理使用,实现从“大水大肥”到“精准施药”的转变。

“农用无人机单机单日作业面积可达1500亩以上,而地面机械喷杆式喷雾机单机作业面积在500亩左右,单日人工背负式作业面积仅5亩至10亩。”昌吉州农牧业技术推广中心主任柯晓涛说,在今年农机化示范区建设中,农用无人机植保作业作为主推技术得到大面积推广应用,预计全年作业面积将超过500万亩次。

作为农业大州,昌吉州主要农作物种植面积约700万亩。近年来,昌吉州各级农业农村部门加快卫星定位、智能控制等信息技术在农机装备和农机作业上的应用,推广农用无人机和卫星定位导航自动驾驶系统,大幅提升农业机械化智能化水平。

长期以来,“打药难”是困扰新疆种植户的普遍痛点。作为棉花和水果主产区,新疆虽然土地辽阔但部分作物种植区域地块分散,一些作物的生长环境不利于机械作业的开展。例如,棉花在生长期植株高大,传统地面机械难以进入;核桃、杏、苹果、红枣等果树行间作物区域也面临

新疆

是国内空域面积最大的省份之一

拥有 28座 机场

66个 通用航空停机坪 具有多元应用场景

树形高大、大型机械难以通行的难题。无人机不受地形限制,果树高度及行距对无人机作业影响相对较小,正好填补了这一空白。

新疆维吾尔自治区农业科学院研究员雷钧杰告诉记者,植保无人机已从最初的大型单旋翼发展到现在的多旋翼,载重从15公斤提升到85公斤,“一喷三防”结合无人机飞喷(防)技术,已成为确保小麦丰产丰收的关键技术之一。

在“中国红枣之乡”若羌县,无人机成了红枣林里的“新农夫”。瓦石峡镇吾塔木村红枣种植能手姜海川算了一笔账:“以前给60多亩红枣施肥,人工得忙活好几天,成本还高。现在无人机喷洒叶面肥,成本降了一半。”

新疆维吾尔自治区农业科学院植物保护研究所果树病虫害防控创新团队首席专家朱晓锋介绍,新疆果树食叶害虫主要包括叶蝉、蚜虫等,这些病虫害易暴发成灾,常造成果树减产和果实品质下降。自2018年起,团队就开始研究植保无人机在果树种植中的应用技术。与地面喷雾防治相比,植保无人机具有作业效率高、用药量低等特点。

从麦田到果园,从施肥到病虫害防治,无人机飞防已覆盖新疆主要大田作物和特色林果的植保环节,成为农民离不开的“新农具”。曾经“人背机打”的辛苦场景,正被“云端种田”的智能图景所取代。精准、快捷、安全,让新疆越来越多的大田用上了无人机飞防。

新疆阿克苏是我国优质商品棉核心生产基地。近年来,当地以“优棉”为目标,落地北斗导航精量播种、无人机植保等农业新技术。阿克苏地区柯坪县农业技术推广中心党支部书记明东介绍,该县棉花种植面积15万亩,全年无人机作业面积已达30万亩次。

新疆维吾尔自治区农业科学院棉花研究所研究员林涛告诉记者,播种前喷施除草剂、苗期化控,生长期后期喷施脱叶剂,无人机在棉花种植中的应用已经非常普遍。“以前打除草剂用拖拉机,用药量大、速度慢;无人机更灵活、更快,用药量也更精准。”林涛说,从种到收,无人机正在重塑棉花生产的每个环节。

从“会喷药”到“会思考”

无人机在新疆农田的应用,远不止“喷药”这么简单。在“会喷药”的基础上,农用无人机正在向“会思考”的更高阶段进化。近年来,新疆各地持续推进特色林果、经济作物、粮食作物提质增效,联合高校、科研院所和研发企业,引进智慧植保装备,推动田间管护向机械化、智能化转型。

今年3月,若羌县首次采用“空中+地面”立体化全覆盖无人智能作业模式,3台植保无人机与1台混动履带式植保机器人协同作业,精准喷头沿枣树林带匀速推进,雾化均匀的硫磺合剂全面覆盖枝干和枝杈,实现红枣病虫害智能化绿色防治。

硫磺合剂是枣树病虫害防治的重要药剂,但传统人工作业存在效率低、覆盖不均等问题。新疆中创农业科技发展有限公司总经理张智介绍,履带式植保机器人搭载增程混动系统与卫星导航、无人驾驶技术,可适配5米至6米高枣树,喷头射程超过12米;通过“超高压+风送”雾化技术,保障雾滴有效覆盖树干、内膛枝。这不仅显著提升防治效果,还能节约20%的药剂用量,每亩可节约管护成本500元以上。

为推动智能植保技术落地见效,当地同步开展药剂配比、安全防护等相关培训。若羌县红枣科学技术推广中心高级工程师艾麦提·艾麦尔说,后续将常态化推广机器人与无人机协同作业,构建“人工+机械+

智能”立体化防治体系,让更多枣农受益。这种“空中+地面”的协同模式,为解决高秆作物和特色林果的植保难题提供了新思路。

不仅仅是智能装备的协同应用,随着无人机技术的发展,科研人员正将无人机与遥感、人工智能、物联网等技术深度融合,让无人机从“会喷药”向“会监测、会诊断、会决策”全面升级。

“目前植保无人机存在续航短的问题,同时载重也不足,打药效果不佳。”新疆理工学院信息工程学院副教授王洋说,团队自主研发了载重300公斤的纯电驱动植保无人车,续航能力达2小时。此外,团队正在开发针对阿克苏苹果、核桃、梨的病虫害识别软件,进一步提升特色林果的智能化、精细化飞防水平。

2025年,新疆理工学院成立低空经济现代产业学院,并申请获批自治区低空遥感智能监测工程中心,为当地竞逐低空经济赛道提供科技与人才支撑。新疆理工学院信息工程学院院长李振华介绍,研究中心围绕低空通信网络、干旱区低空遥感、局部气候低空遥感开展研究,主要针对低空遥感的高速数据通信问题、干旱区遥感低空目标精准提取等问题展开攻关,“这些技术突破后,可以为墒情监测、农作物生长阶段判断、病虫害预警提供精准指导”。

从喷洒到监测,从监测到决策,科研人员的持续攻关正推动低空农业应用不断迈上新台阶,让“会思考”的无人机不再遥远。

林涛介绍,新疆棉花产量占全国90%以上,但面临水资源短缺、劳动力短缺、成本高、经验依赖强等问题,亟需智慧农业赋能。借助“空一天一地”一体化相关技术,其团队开展了棉花墒情快速感知、大田出苗数快速识别、棉田地表残膜识别等应用研究。

在位于玛纳斯县的自治区农科院综合试验站内,借助“空一天一地”一体化感知、智能决策模型及多机协同控制技术,这里的棉田实现了水肥自动化控制和棉花生产全程机械化,田间管理变得更加精准、高效、智能。

通过“空地”传感网(无人机/卫星/物联网)—AI农艺决策引擎—智能农机精准执行的闭环控制,玛纳斯县和阿瓦提县的试验基地初步实现了棉田大范围生产节水、减肥,有望实现增产12%,预计亩节本增效350元至400元。目前,两地已打造2个棉花智慧管控云平台系统,建立800亩棉花智慧栽培示范基地,技术辐射带动5万亩棉田。

在雷钧杰看来,无人机加遥感技术的应用前景广阔。他认为,无人机响应快、空间分辨率高,但不可能24小时停留在农田上方;卫星遥感覆盖时间长,但分辨率有限。两者相互弥补,再结合作物模型,可以实现大面积农情预测预判。

从“单打独斗”到“协同作战”

无人机在新疆农业中应用广泛,但也存在着飞手缺口大、作业标准缺失、无人机自身续航短载重小等现实问题,产业发展仍停留在“单打独斗”的初级阶段。如何从“飞得起”走向“飞得好”?新疆正以政策、企业、人才协同作战给出答案。

在柯坪县的新疆三和无人机研究院有限公司生产车间,多旋翼无人机整齐列装,室外培训场上正在进行无人机驾驶员培训。该公司副总经理杜江介绍,企业以农林植保为切入点,实现了无人机本地化生

产。如今他们生产的无人机不仅应用于农林植保,还适用于应急救援、巡检、测绘等多种作业场景。

“产业落地,人才先行。先把人才培养起来,才能深入场景应用中。”新疆三和无人机研究院有限公司董事长李涛介绍,在产品研发过程中,他深切体会到行业专业人才缺乏的痛点。也正因如此,企业从研发设备转向了“培训+服务”。除了开展无人机操控员专业培训,企业还围绕培训类机型进行组装生产,同时广泛开展校企合作,已形成集研发、生产、培训于一体的无人机产业基地。

作为新疆的农业大区,阿克苏地区林果种植面积约占全疆四分之一,棉花产量居全疆前列。近两年,阿克苏地区明确将无人机物流、农业植保等作为重点发展领域,出台专项补贴、税收减免等政策,吸引低空经济相关科研机构和企业落地生根。

新疆智能装备研究院的成立,为当地低空经济的技术创新注入了强劲动力。该研究院已构建起从实验研发到中试转化的全链条硬件支撑体系,深耕新能源产业装备、低空经济运营、飞行器研发、智能无人化等方面。航空飞行器研究中心团队带头人、中国工程院院士吴光辉介绍,团队正在研究更加适配的中小型飞机,同时与新疆空管局联合建设南疆大型飞行服务站,构建网络与低空飞行管理体系。

从阿克苏这个“点”向外看,新疆低空经济的版图正在迅速扩展。2024年1月,新疆政府工作报告首次提出“加快推动低空经济产业发展”;2025年6月,现代物流产业集群发展规划征求意见稿发布,明确在乌鲁木齐、喀什等地探索低空物流场景;新疆生产建设兵团2024年启动编制通用航空产业发展规划,目标是打造“立足兵团、辐射全疆、联通中亚”的低空经济圈……政策举措密集出台,推动新疆低空经济从零散探索走向系统布局。

新疆通用航空有限责任公司成立于1983年,通用航空业务涉及短途运输飞行、应急救援飞行、航空喷洒、民用航空器飞行人员培训及维修等。该公司总飞行师李云强介绍,随着小型农用无人机的普及,公司近年来引进先进航空设备,在天山南北开展了人工影响天气、胡杨林生态治理、农林喷洒、草原生态修复等飞行作业,在新疆范围内累计服务农牧场100多个。“我们还进一步深化产学研一体化,与天翔航空学院联合开展航空专业技能培训,与中小学合作开展研学活动,加大对本地技术人才的培养。”李云强说。

石河子市拥有花园民航机场、山丹湖通用机场、骆驼湖通用机场,近年来,当地立足自身资源禀赋,陆续引进一批国产民机装备研发、生产制造、维修保养等企业入驻,重点发展通航服务、职业教育、低空农业等领域。八师石河子市交通运输局副局长飞龙介绍,“十五五”期间,围绕低空农业作业,八师将进一步拓展低空农业作业范围,推广无人机和有人机联合作业场景,扩大无人机飞播、无人机喷洒、无人机植物生长检测等农业生产环节的覆盖。

“政府引导、市场主导、企业主体”的发展模式,正在新疆更多地区复制推广。乌鲁木齐经开区引进的中科航(新疆)科技有限公司攻克了无人机集群化作业关键技术。该公司董事长王玉霞介绍,公司构建了覆盖研发、生产、销售、培训、应用、服务的全产业链闭环。“我们现在不仅卖设备,还提供全流程方案,致力于推动低空飞行服务标准化、智能化与规模化发展。”王玉霞说,从卖产品到卖服务,这不仅是企业商业模式升级,也是整个产业走向成熟的标志。

“低空+农业”应用场景

- 无人机飞播
- 喷洒施肥
- 病虫害防治
- 农作物长势监测
-

智能协同重塑现代农业

丁建丽

在新疆,无人机与无人车协同、遥感监测预警等技术的规模化应用,正加速替代传统人力与经验依赖的要素投入结构。低空农业的核心不在于工具层面的简单替代,而在于通过“空一天一地一体化”协同,推动农业生产从被动经验驱动转向主动数据调控,实现全要素生产率的系统性跃升。

从传统经验到技术驱动,低空经济正重塑现代农业格局。低空农业技术是推动农业生产方式向精准化、智能化、绿色化跃迁的核心引擎,通过“效率革命—成本优化—风险防控”三维赋能,深刻改变了农业生产方式。其核心价值在于以智能化手段突破人力与资源约束,以时空智能信息手段,推动农业从“看天吃饭”向“知天而作”升级,其长远意义在于构建起数据驱动、精准高效、绿色低碳的现代农业新范式。

从人工巡检到智能协同,低空技术助力农业实现效率跃升与成本优化双突破。传统农业依赖人工巡检,尤其在南疆林果业集中区域,红枣、核桃等作物种植面积广阔,人工排查病虫害耗时

费力且覆盖有限。而通过无人机与无人车协同作业,不仅识别准确率和效率大幅提升,还解决了劳动力结构性短缺的痛点,为规模化农业提供了技术支持。此外,无人机、无人车、无人船等无人系统协同开展智慧化植保,可以实现精准喷药,减少农药滥用,降低化学制剂消耗,节约生产成本。

从被动应对到主动防控,低空技术助力构建灾害监测体系。在应对倒春寒、冰雹等极端气候灾害时,利用低空遥感等技术可实时捕捉灾害动态,科学指导增雨防雹等人工影响天气作业,有效降低灾害对农业生产的冲击,为特色林果、粮食作物等的安全生产提供可靠保障。无人机遥感、智能监测等技术在疆的规模化应用,有助于打通灾害“监测—预警—处置”各环节壁垒,推动灾害监测防控从“事后补救”向“事前预警、事中管控”转变,构建起覆盖南北疆、兼顾多灾种的主动防控格局,为建设好全国优质农产品重要供给基地提供科技支撑。

(作者系新疆理工学院党委书记、教授)



图① 新疆昌吉回族自治州呼图壁县二十里店镇小土古里村麦田,农民利用植保无人机进行飞防作业。

图② 阿克苏地区沙雅县一处棉田上,无人机在进行病虫害防治工作。