

邱小雷,张羽,张小虎,等. 从植保无人机经验探析我国精确农业发展路径[J]. 江苏农业科学,2019,47(16):30-33.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.16.007

从植保无人机经验探析我国精确农业发展路径

邱小雷,张羽,张小虎,马吉锋

(南京农业大学国家信息农业工程技术中心/农业农村部农作物系统分析与决策重点实验室/
江苏省信息农业重点实验室,江苏南京 210095)

摘要:精确农业是运用信息技术和智能装备技术管理、经营农业生产的一种理念,通过空间变异优化投入而提高资源利用效率,实现降低成本、提高产量和改善环境的目的。在世界人口不断膨胀、自然资源日益减少和生态环境持续恶化的背景下,许多国家逐步达成发展精确农业的共识,以期保障粮食安全和实现农业可持续发展。首先介绍国内外精确农业的发展与现状,分析我国发展精确农业面临的问题与挑战,然后从近年植保无人机的快速发展中借鉴经验,探析我国精确农业的发展路径,以期助力具有中国特色的精确农业建设。

关键词:精确农业;植保无人机;信息技术;智能装备技术;发展路径

中图分类号: F323.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)16-0030-04

化肥、农药是重要的农业生产资料,为我国粮食和农业稳产高产作出了巨大贡献,但是由于过量施用、盲目施用所导致的资源环境问题也越来越突出。1980—2008 年,我国单位耕地面积的化肥使用量增加了 4.5 倍左右,达到 430.43 kg/hm²,远远超过发达国家 225 kg/hm² 上限,1 kg 化肥施用量的粮食产量从 25.25 kg 减少至 10.09 kg,增产效应不断减小^[1],养分流失持续加大,环境污染严重,同时还造成了土壤板结和土壤次生盐碱化等问题^[2]。在我国耕地面积减少、耕地质量下降、水资源日益短缺、生态环境持续恶化的背景下,为了满足人口增长对粮食的需求,实现农业可持续发展,国内学者借鉴发达国家经验提出大力发展精确农业^[3-4],促进农业资源的合理利用,降低生产成本并提高产量和改善环境。但是由于精确农业技术门槛高、规模效益不明确等问题,经过近十几年的研究、试验和示范推广,在我国还没有得到大规模广泛应用,而我国植保无人机随着科技进步和发展模式创新,短短几年其技术成熟度和市场保有量即已国际领先,并逐步开始引领我国精确农业发展。本文从我国精确农业发展现状中,总结面临的问题与挑战,然后借鉴植保无人机发展经验,提出了我国发展精确农业的建议。

1 精确农业的发展与现状

1.1 精确农业发展概况

精确农业的支持技术可以概括为数据采集、管理决策、变量投入、控制实施 4 个部分,主要包括地理信息系统(GIS)、遥感技术(RS)、全球定位系统(GPS)、决策支持系统、变量投

入技术、自动控制技术、信息实时采集与传感技术等,相关技术相互补充,共同构建精确农业的技术体系。精确农业的发展可以概括为理论准备、技术实践和综合应用等阶段:20 世纪 80 年代初期,发达国家在面对环境污染、能源枯竭等问题的同时还兼有大力提高农业生产力的迫切需求,从事作物栽培、土壤肥力、作物病虫害管理的农学家开展了大量科学研究,他们揭示了农田内小区作物产量和生长环境条件的显著时空差异性,提出了对作物栽培管理实施定位、按需变量投入的理念,并开发了作物生长模拟模型、栽培管理调控、测土配方施肥与植保等系列专家系统^[3],为精确农业技术体系的形成奠定了理论基础。

20 世纪 90 年代,精确农业技术体系的研究与实践已成为一种具有现代意义的技术创新,GPS 技术的民用化使得它在国民经济领域的应用研究获得迅速发展,尤其是 1995 年美国在联合收割机上装备 GPS,实现了精细化作物收割应用,标志着精确农业技术开始规模化实践阶段。

21 世纪以来,基于信息技术支持的农艺学、土壤学、植物科学、资源环境科学和智能化农业装备与田间信息采集技术、系统优化决策支持技术等,在 3S(GIS、GPS、RS)技术的支持下组装集成起来,形成了一个新的技术体系^[5];同时随着科学技术的不断发展,信息技术的前沿成果不断被精确农业技术体系所吸收,例如传感器技术、大数据技术正在精确农业的各个方面发挥越来越重要的作用,精确农业也迎来综合应用发展阶段。

1.2 国外精确农业现状

以美国为代表的世界精确农业经过 20 多年的快速发展,应用已涉及精确播种、施肥、喷药、灌溉和收获等方向,并且其技术思想已由小麦、玉米、大豆等大田作物生产,向林业、园艺、畜禽水产养殖、农产品加工等行业扩展,精确农业已成为发达国家合理利用农业资源、改善生态环境和农业可持续发展的现代农业前沿领域。从“数字地球”到“智慧地球”,现代化的信息技术变革有力带动了精确农业的发展,但是由于农业生产的特点以及效益难评估等多方面因素,迄今精确农业

收稿日期:2019-02-20

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0301203、2016YFD0300100)。

作者简介:邱小雷(1982—),男,河南焦作人,博士,助理研究员,主要从事信息农业研究。E-mail:qiuxiaolei@njau.edu.cn。

通信作者:马吉锋,硕士,副研究员,主要从事精确农业研究。E-mail:majifeng@njau.edu.cn。

在发达国家也还处于发展和推广普及阶段。美国玉米生产中,半数的农场安装了 GPS 测产装置,25% 的农场使用产量监测图指导生产,近 20% 的农场使用变量投入装备,带来净利润增长约 1.1%,规模低于 600 hm² 的农场有 12% 使用了精确农业技术^[6]。德国精确农业技术的采用率 10% 左右^[7],在种植大麦的农场中,规模大于 500 hm² 的农场会积极考虑精确农业技术^[8]。日本由于农田面积小,精确农业技术应用成本高等因素,导致精确农业技术难以发挥真正作用,因此近年来在探索精确农业共同体模式,组建农业经营团体,构建技术平台,开发较欧美小型化的农业机械装备,并加大投入农田信息收集与管理,逐步推广精确农业技术应用^[9]。

1.3 我国精确农业的发展与现状

我国政府一直高度重视精确农业的发展,科技部从 2001 年开始,持续在“十五”“十一五”“十二五”和“十三五”中支持精确农业创新研究,设立重大专项,并在制定的“国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)”中,把农业精准作业与信息化明确作为农业科技发展的优先主题^[4]。国内相继成立了一批研究机构,围绕信息采集、决策分析、变量投入和控制实施等方面开展了大量研究工作。中国农业大学“精细农业研究中心”开展了精确农业所需的各项机械技术研究,并取得了一定的研究成果;国家农业信息化工程技术研究中心在农业智能决策、数字农业测控技术和精准农业装备等方面取得了一批重要创新成果,建立了北京小汤山国家精准农业研究示范基地,成果在新疆、黑龙江、河北等全国 30 个省市得到示范应用;南京农业大学国家信息农业工程技术中心研发了作物精确栽培技术,在江苏、安徽、河南、河北、江西等多个省份应用示范过程中取得了良好的节本增收和生态环保效应。与此同时,我国拥有自主知识产权的北斗卫星导航系统,开始为中国及周边区域提供免费的无源定位服务,其信号覆盖能力好、定位精度高、具有短报文通信能力的特点为我国精确农业快速发展提供了有力保障。在国家的大力支持下,精确农业相关科研工作进展迅速,呈现良好的发展势头,技术在应用示范过程中,取得了阶段性成果。但是由于我国农业生产的特点,以及精确农业技术应用门槛高,而效益又不总是十分明确,尤其在大田生产中难以形成迫切需求,相关技术还没有得到大规模广泛应用。

2 我国精确农业面临的问题与挑战

2.1 技术要求高,超出了农民的认知

精确农业较传统农业的先进之处是在拖拉机、收割机等机械装备上引入定位装置,确定其田间作业的空间位置,获取作业信息,并在决策支持系统支持下,根据作物生长发育规律与土壤或作物田间长势差异,定时、定量、定位实施农业生产。精确农业是利用现代科学技术成果装备起来的一种新型高度集约化农业生产模式,涉及农学、土壤学、植保学、信息学等多学科,相关技术包括 3S 技术、决策支持技术、变量投入技术和智能机械装备技术等,应用技术不但多,且跨学科、跨领域,对应用者的门槛要求较高。发达国家选用精确农业技术的农场主,通常具有较高学历,年轻且富有创新精神,而我国从事农业生产的劳动力,文化素质普遍偏低,年龄偏大,精确农业远远超过了他们的认知水平,普通农民根本无法自主去探究精

确农业技术。

2.2 投入费用大,效益难评估

实施精确农业是基于管理单元内农田空间差异,采取技术上可行、经济上有效的生产措施,实现高产、高效目标。农田的空间差异首先表现在产量上,产量的差异可能是由于土壤墒情、土壤肥力、病虫害分布等因素差异造成的,根据作物产量空间差异与相关因素空间差异的关系,利用决策支持系统分析功能,寻找解决这些差异的最优途径,实现精确管理的目标。但是,要获取产量差异需要在收割机上安装定位与测产装置,要获取土壤空间差异需要取土样进行理化分析,要获取病虫害分布需要高分辨率遥感影像,还不包括作业环节仅信息获取就要很大费用的投入。如果农田空间差异不显著,实施精确农业是不会获得收益的,前期的投入无产出;如果空间差异显著,必须农田面积达到一定规模且生产各环节顺利实施,才能获得收益,由于技术实施环节多,生产还受气象、病虫害等不可控因素影响,精确农业带来的效益并不总是十分明确。

2.3 生产规模小,栽培模式多样

根据费用-利益分析,适于小麦精确农业技术生产的最小面积约为 85.6 hm²^[5],除了少数大型农场,我国大部分农户都没有达到这一规模。在相当长的时期内,我国农业生产特点还是会以农户分散经营、小块耕作规模为主,与精确农业大规模经营和大型农业机械操作的特点差距较大。另外,我国地域辽阔,地形复杂,气候多样,不同地区农业生产者和管理者,根据地域特点,结合主推作物品种的特性,逐步探索了多种类型的栽培管理模式,包括农民习惯栽培模式、超高产栽培模式和高产高效栽培模式等。已有模式各有特点,不同层面解决了生产中的实际问题,为粮食生产提供了有力保障,而精确农业要在我国大范围推广落地,只有突出优势,将差异化管理理念融入到现有栽培实践中,为农业生产者带来更大效益,但是面对现阶段我国农业生产的特点,要有效与地区不同栽培模式融合,挑战较大。

2.4 农业产业链短,组织化程度不高

农业不同发展阶段呈现出的差异不仅是农业生产的数量和效率,还反映农业生产经营性质和产业组织上的区别,由此决定农业生产状态与生产力水平^[10]。我国农业处于传统农业到现代农业过渡阶段,产业链短而且细,农业综合体系还不够成熟,组织化程度不高,农业的生产方式、生产过程、技术水平、组织管理及效率与现代农业差距仍较大,短期内分散农户还难以形成区域生产规模化,这些因素都制约了精确农业的发展。同时由于农户分散生产经营,管理措施、技术水平差异大,选用品种不一,年际变化频繁,造成不同管理单元间产量差异的影响因素更多样,不仅包括土壤、病虫害,还包括了品种和人为因素,为精确农业在不同尺度上制定差异化管理方案,实现资源的优化配置提出了挑战。

3 植保无人机的的发展经验

3.1 植保无人机发展现状

世界上第一台植保无人机 1987 年出现在日本,是由 Yamaha 公司生产的 20 kg 级喷药无人机“R-50”,经过 30 年的发展,目前日本已是无人机飞防最成熟的国家,水稻病虫害

采用无人机喷药的面积占 45% 左右^[11], 获取飞行执照的人数 14 000 多人, Yamaha 已经成为全球植保无人机行业的领军企业。美国航空植保作业已有 100 多年的发展历史^[12], 服务组织体系完善, 技术装备先进、齐全, 施药作业规范、高效, 但是由于美国法律法规约束, 商业无人机市场被限制, 航空植保作业还是以有人驾驶为主。我国植保无人机的起步、发展较晚, 于 2008 年由国家支持, 才开始相关技术的系统研制工作^[13], 但在市场需求驱动下, 2010 年后科研院所、无人机企业、农药生产企业纷纷开始大力推进植保无人机的研制与应用, 植保无人机开始在我国飞速发展。经过不到 10 年, 我国植保无人机市场保有量已位居世界第一, 专业植保无人机及相关配套企业达 200 多家, 尤其以深圳大疆、广州极飞、安阳全丰、无锡汉和等为代表的一批领军企业, 经过多年关键技术研发、服务模式探索, 占领了国内无人机植保大半市场, 引领了我国植保无人机的快速前进。

3.2 我国植保无人机发展特点

第一, 国家政策扶持, 发展速度快。国家持续对农业的大力支持及扩大低空空域开放的政策, 极大推动了农用无人机的发展, 无论中央一号文件还是国家重点研发计划, 都对农用无人机研发与应用提供了支撑, 多省份陆续将农用无人机纳入财政补贴, 有效促进了植保无人机的商业化进程和发展速度。

第二, 服务农业生产迫切需求, 市场空间巨大。我国农作物病虫害鼠害年均发生面积达 70 亿亩次以上, 粮食直接损失近 1.2 亿 t^[14]。国土面积过半又为山地丘陵地区以及广大的水稻种植区, 地面植保机械移动不便, 传统人工方式劳动强度大成本高, 且施药效率低, 施药人员易中毒, 而农用植保无人机作业范围基本不受地形地貌影响, 作业对象几乎覆盖了全部农作物, 作业方式安全高效, 随着农村土地流转进程加速, 农业新型经营主体大量涌现, 以规模化、集约化为特征的现代农业对农用无人机的依赖性将更加迫切, 植保无人机的市场空间巨大。

第三, 缺少标准与规范, 技术产品良莠不齐。由于植保无人机的监管部门尚不明确, 国家没有统一的植保无人机生产、作业的标准与规范, 也没有建立质量管理体系和认证机制, 各企业单位依据行业经验自行约束, 一方面促进了植保无人机产业飞速发展和扩张, 另一方面行业内鱼龙混杂, 部分无标生产、无序使用的企业扰乱了市场秩序, 不但作业效果无法保证, 还危及农作物及操作人员安全。

3.3 我国植保无人机发展趋势

首先, 以技术驱动价值, 助力精确作业。植保无人机的价值不仅仅是一个航空喷药箱, 随着其施药装备、控制平台、遥感技术的不断完善, 可搭载低空遥感平台监测农田信息, 并实时制定管理处方, 再由无人机变量喷药, 实现精确作业, 节本增效, 减少污染。

其次, 更便捷高效的技术服务体系。植保无人机市场逐步形成以农业植保服务公司提供有偿服务的共享经济模式, 由专业团队为农户提供技术和一体化服务, 农户仅需支付较低的费用就可以享受到无人机植保。植保服务公司一方面培育规模化市场需求, 另一方面与无人机供应商和农资服务商紧密合作, 形成更便捷高效的技术服务体系, 实现多方共赢。

4 我国精确农业发展路径探析

4.1 迎合生产问题, 打造可靠产品

植保无人机正是迎合农业生产的迫切问题, 依靠灵活、高效的技术产品, 释放了劳动力还提高了植保效率, 得到市场认可。精确农业技术是在欧美发达国家大规模经营和机械化操作条件下发展起来的, 适合应用于大地块和平原地区, 通过差异化管理能有效提高单位人均产出, 而我国农田类型多样且以小规模田块为主, 农户的需求和生产中的问题与欧美发达国家具有明显区别。我国发展精确农业必须从实际国情出发, 以用户为中心, 根据实际生产问题, 研发可靠稳定的软硬件产品, 才能保障精确农业顺利实施。例如, 农田信息获取方面, 着力突破土壤肥力信息、农作物生长参数等获取技术; 决策支持环节重点解决农业模型参数复杂、农田管理分区不易操作等问题; 智能装备方面研发中小型精确作业机械和变量传感器, 适于复杂地形及小地块, 同时保障作业安全可靠。

4.2 提升用户体验, 降低应用门槛

用户体验是一种主观感受, 是在用户接触产品、技术或服务的整个过程中形成的综合体验, 提升用户体验不全是靠产品好、功能强, 而首先是要让用户切实感受到、可触及它的存在。植保无人机近年能在国内迅速发展, 也得益于消费级无人机的普及, 飞行稳定性和操控体验都有了很大提高, 越来越多的用户接触到无人机, 受众面越来越广, 大大降低了其行业应用门槛。而精确农业的支持技术多, 操作环节复杂, 对使用者的要求又高, 较大程度上影响了用户体验, 要实现精确农业技术的广泛应用, 还须从用户角度简化技术及产品, 做到简约而不简单, 提升用户体验, 降低技术应用门槛, 使不同层次的操作者能用、会用、想用。

4.3 发挥技术优势, 因地制宜创新

精确农业技术是一套体系, 可以单项技术应用, 也可以多项技术组合推广, 而我国农业自古就有精耕细作思想, 农业生产长期致力于单位土地面积产出, 并逐步形成不同栽培管理模式, 个性化需求非常突出, 精确农业技术要在我国农业生产中发挥作用, 需要突出其各项技术的优势, 根据生产需求因地制宜融合创新。例如在植保无人机领域, 为了解决传统 GPS 定位米级偏差, 农药喷洒易偏离目标的问题, 生产企业充分利用最新 RTK 定位技术, 实现无人机植保作业的精确定位导航, 达到厘米级偏差的航线飞行, 保障了其无人机作业的可靠性与精确化、智能化。

4.4 加大政策扶持, 建立行业标准

植保无人机在国家政策引导及资金扶持下得到了极大推动, 但又由于缺少标准与规范, 市场上的技术产品良莠不齐, 精确农业发展中既要借鉴其经验还需吸取其教训。按需投入变量实施的管理策略可显著提升农业生产的生态效益与社会效益, 引领我国农业可持续发展, 但是由于精确农业支持技术多, 且受农业生产规模和环境条件限制, 带来的经济效益并不总是十分明确, 所以更需国家不同管理部门加大政策、资金支持力度, 保障技术研制、试验示范、推广培训等工作顺利进行, 同时还需推动精确农业相关技术标准和作业规程的建立, 促进软硬件产品规格兼容统一、作业实施规范、市场健康有序。

4.5 积极培养人才,优化服务体系

精确农业是一种经营管理策略和与之相适应的支持技术体系,涉及生物技术、信息技术、智能装备技术等多学科领域,知识结构复杂,能够全面掌握相关技能的人才比较匮乏,需求矛盾集中在懂农业的不懂信息技术,懂信息技术的不懂农业,两者都懂的又不一定熟悉农机装备。植保无人机也是高新技术产品,为了解决应用人才的问题,许多生产企业积极建立飞行培训机构或专业化飞防服务平台,吸引优秀年轻人参与,并积极培养人才,有效推进了服务体系建立。我国发展精确农业必须重视农业科技人才培养,一方面农业高校应发挥专业与人才培养优势,培养一批懂技术、会管理、能经营、擅服务的创新人才,引领精确农业发展;另一方面加强农业科技推广队伍建设,优化服务体系,努力提高农业生产者整体素质,为精确农业落地提供保障。

4.6 推动“互联网+”,创新发展模式

“互联网+”代表着以人为本、人人受益的普惠经济,局部、碎片、个体的价值和活力将得到前所未有的重视。“+”不仅能连接一切,突破时空限制,而且能重塑行业发展结构,驱动新的发展方向,打造新的经济增长点,推动产业转型升级^[15]。植保无人机市场也正是充分利用“互联网+”,依靠共享经济模式,逐步形成规模效应,“互联网+”可有效带动农业共享经济模式形成,实现农机共享、农技共享、人力共享、土地共享、物流共享、融资共享等发展模式^[16],满足农户多样化需求,提高资源的利用效率和组织化程度。在“互联网+”现代农业的背景下,发展精确农业须顺应时代潮流,将“互联网+”思维及其关键技术融入到精确农业技术体系中,技术与经营两手抓,打造具有中国特色的精确农业发展模式。

参考文献:

[1]汪翔,张锋. 中国农业化肥投入现状与地区差异性分析[J]. 江西农业学报,2011,23(12):169-173.

[2]侯萌瑶,张丽,王知文,等. 中国主要农作物化肥用量估算[J]. 农业资源与环境学报,34(4):360-367.

[3]汪懋华. “精细农业”的实践与农科科技创新[J]. 中国软科学,1999(4):21-25.

[4]赵春江. 对我国未来精准农业发展的思考[J]. 农业网络信息,2010(4):5-8.

[5]曹卫星. 农业信息学[M]. 北京:中国农业出版社,2005:316-340.

[6]David S. Farm profits and adoption of precision agriculture[R]. United States Department of Agriculture,Economic Research Service,2016,11:5-28.

[7]Reichardt M,Jurgens C,Klöble U,et al. Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities[J]. Precision Agriculture,2009,10(6):525-545.

[8]Paustian M,Theuvsen L. Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers[J]. Precision Agriculture,2017,18(5):701-716.

[9]温佳伟,黄金柏,徐乐. 日本精准农业发展现状与展望[J]. 中国农机学学报,2014,35(2):337-339.

[10]周应恒,耿献辉. “现代农业”再认识[J]. 农业现代化研究,2007,28(4):399-403.

[11]娄尚易,薛新宇,顾伟,等. 农用植保无人机的研究现状及趋势[J]. 农机化研究,2017,39(12):1-6.

[12]薛新宇,兰玉彬. 美国农业航空技术现状和发展趋势分析[J]. 农业机械学报,2017,44(5):194-201.

[13]何勇,张艳超. 农用无人机现状与发展趋势[J]. 现代农机,2014(1):1-5.

[14]兰玉彬. 无人机的农业应用[J]. 紫光阁,2017(1):86.

[15]陈红川. “互联网+”背景下现代农业发展路径研究[J]. 广东农业科学,2016,42(16):143-147.

[16]叶浩,费楠,王涛,等. “互联网+农业”共享经济模式构建研究[J]. 合作经济与科技,2018(3):32-33.