

上海粮食生产无人农场建设的 现状、问题与路径建议

施忠 邢增涛

习近平总书记曾指出“中国人要把饭碗端在自己手里，而且要装自己的粮食”，“农业要振兴，就要插上科技的翅膀，就要靠优秀的人才、先进的设备”。智能化、无人化高效生产是我国粮食生产安全的科技保障。上海有 150 余万亩的水稻种植面积，全程机械化率超过了 96%，但近年来也面临严重的劳动力危机，“如何种地，谁来种地”将成为粮食生产面临的严峻现实问题。作为国际大都市，如何充分发挥科技引领与人才聚集优势，进一步提升农业机械化及智能化水平，在粮食生产无人农场建设方面先行先试，实现全国性技术引领、建立标杆示范作用，成为了农业农村高质量发展的当务之急。

一、上海粮食生产无人农场建设的现状

无人农场是指采用物联网、大数据、人工智能、5G、机器人等新一代信息技术，通过对农场设施、装备、机械等远程控制或智能装备与机器人的自主决策、自主作业，完成所有农场生产、管理任务的一种全天候、全过程、全空间的无人化生产模式。近年来无人农场不断发展进步。

（一）国外现状

国际农机巨头正在探索建立农机智能控制系统和精准作业系统平台。如：美国凯斯公司发布了先进农作系统，实现了农机自动导航辅助驾驶、作业过程智能调控和农业生产全过程智能管理及精准决策；美国迪尔公司推出绿色之星系统，基于全球卫星定位系统实现了农机自动导航辅助驾驶；德国克拉斯的高效农业系统也实现了农业生产全过程装备的智能作业控制和优化决策。目前，国外农机装备正向着智能化、信息化方向发展，但受限于法律、科技、经济等诸多因素影响，国外农机无人农场尚未实际落地运行。

（二）国内现状

我国在农机作业过程智能调控和自动驾驶技术方面起步较晚，但近 5 年发展较快，农机自动导航辅助驾驶技术已完全成熟并开始大量推广应用。近年来，上海联适、华测、合众思壮、司南、无锡卡尔曼、哈尔滨星途、丰疆智能等公司都相继推出了农机自动导航辅助驾驶产品，中国农机院、国家农业智能装备中心、华南农大、南京天辰、雷沃阿波斯、中联重机等科研机构也相继推出了农机作业过程智能调控系统等，但目前仍无法实现无人化生产的真正落地和商业化运行。

（三）上海现状

近年来，上海不断加强顶层设计，积极沟通协调，重点聚焦基础条件较好的高标准农田，因地制宜推进无人农场探索工作。2019 年上实公司联合江苏大学、上海交大开始农机无人驾驶和农业全过程无人系统研究，目前已完成 18 台农机无人化改装，并在实际生产中逐步投入使用。2020 年起嘉定外冈开展无人农场规划和建设，1 年多时间已初步实现了 300 亩水稻耕、种、管、收无人化生产作业。2021 年市农科院和青浦区联合申报了国家发改委、农业农村部的“长三角水稻生产全程机械化科研基地（上

海)项目”，重点推进水稻无人化生产技术。目前，本市在前期关键技术研究及示范性应用试验探索已走在全国前列，并建设完成了农机物联网管理平台，形成“精准作业、指挥调度、安全监管”三位一体管理体系，有效促进各类农业生产资料科学配置，推动本市农机化与数字化、信息化融合发展。

二、上海粮食生产无人农场建设存在的问题

无人农场的最终目的是实现高质高效的自动化农业生产，但从目前上海的实践和国内其他地区的示范性试验看，要实现产业化应用还存在一些问题需要解决或完善。

(一) 无人化农机的关键技术需进一步突破

一是虽然农机自动驾驶等技术的研究较多，但市场上缺乏标准化、系列化的量产无人化农机产品，目前基本采用对现有农机进行无人化改造的方式；二是种植机械和植保机械的无人化改造技术相对成熟，但拖拉机和半喂入收割机还存在无人化改造难点；三是目前无人化改造尚侧重于自动导航驾驶功能实现，缺乏作业过程信息感知与智能控制的融合，如耕深检测控制、漏播漏种监测、割台和喂入量控制、倒伏检测、多机协同作业等，还不能完全实现无人化生产效率和作业质量的最大化。

(二) 无人化作业的农田设施建设需进一步提升

一是虽然目前高标准农田建设已经满足大型农业机械作业需求，但部分设施的设计建设，如田块规模与长宽设置、出入农田坡道、过田埂等不利于无人化生产作业；二是农机库房建设比较滞后，绝大部分农机面临“住房难”问题，即使有房可住，布局不合理，不利于自动出入库；三是通信设施、道路感知标识、智能传感器等信息化基建较为滞后，目前无人化作业前须对作业地块预先打点标记，不同企业农机产品标准不统一，数据共享程度低，效率较低。

(三) 无人农场的管控运营需进一步优化

一是无人农场建设是一项系统工程，需要不断探索完善，目前尚缺乏配套政策和法规，如先行先试阶段的扶持措施、无人化生产技术规范及标准、无人化农机使用的安全法规等；二是随着无人农场的逐渐推广和成熟，将促使传统农民向利用高科技手段的“新农人”转变，需要探索适度规模经营和新型职业农民培养的新机制；三是未来面向无人农场的社会化服务组织，需建立一套规范完善的“产品-培训-服务-售后”新型服务体系。

三、上海无人农场建设的总体构想与路径选择

(一) 目标定位

上海市深入贯彻落实党中央、国务院关于实施乡村振兴战略的决策部署，锐意创新、敢闯敢试，开展前瞻性布局，研究制定了《上海市推进农业高质量发展行动方案(2021-2025年)》(沪府[2020]84号)、《上海市乡村振兴“十四五”规划》(沪府发[2021]9号)，提出了到2025年打造10万亩粮食生产无人农场，并打造嘉定数字化无人农场产业片区。罗锡文院士来沪调研时也提出：上海在无人农场建设方面装备基础好、科技人才优势突出，前期关键技术研究及示范性应用试验探索已走在全国前列。在示范试验型向生产应用型无人农场发展的新阶段应继续先行先试，引领全国发展，积极输出无人农场建设上海方案及模式。

(二) 建设思路

无人农场是一项系统工程，为形成良好的推动机制，上海坚持高位推动，多次进行上海无人农场方案设计与论证，并组织上

海交大、华南农大、联适导航、世达尔公司等国内领先的科研、生产及推广应用团队，形成技术合力。下一步，将在前期试点基础上，遵循“由易到难、梯次推进”的原则，重点聚焦十三个绿色田园先行片区，综合考虑农田、信息化、配套库房等基础设施建设情况，挑选条件相对成熟的地区，引导各方力量，加强协作攻关，因地制宜开展试验、示范、推广，有序推进 10 万亩粮食生产无人农场建设，逐步建立一套标准化、精细化、智能化的产销管理模式。

一是生产无人化。使用无人驾驶、自动导航、远程控制等技术，对农机状态和作业信息实时监控，实现田间耕种管收全程无人化精准作业。

二是管理智能化。集成无人机、气象监测、田间传感器等立体监测体系，通过农情和生长态势监测，实现水、肥、药等智能预警、决策和管控。

三是服务社会化。打造新型农机专业服务组织，采取订单式、托管式、委托式、预约式等方式，全方位开展无人农机社会化服务。

四是产品优质化。打造区域式产业集成，全面实现标准化生产、精细化管理一条龙服务，提高大米品质，推动品牌建设，让上海人吃上自己的优质大米。

（三）推进步骤

1. 第一期：现有农机无人化改造

以 500-1000 亩高标准农田为单位，针对现有主要品牌的农机设计电控化改造方案，进行智能化提升，具体包括拖拉机、高速插秧机、精量穴播机、喷杆喷雾机和联合收割机。同时，配套建设农田改造、通讯导航基站等，根据农机出入田块位置、机具作业幅宽、最小转弯半径、车辙重复和交叉限制等，研究完善作业路径自适应规划与优化技术，从而初步实现粮食耕、种、管、收无人化生产作业。

2. 第二期：无人化作业试点应用

以 2000-3000 亩高标准农田为单位，制定全域高精度数字作业地图，融合农田、机库、农机、农具、农资等基础数据信息，设计远程交互平台，合理制定作业任务和计划，优化无人农机调度和农资补给管理，攻关多机协同的生产作业方式，采用无人机等遥感技术构建精量施肥施药处方图，进行较大规模的全过程无人化生产实践应用。

3. 第三期：万亩标准化推广应用

以 10000 亩高标准农田为单位，熟化第一、二期的成果，实现从示范研究到产业化推广应用。深化与主机企业的合作开发，推动开放线控底盘通信协议，实现农机的前置无人化智能改装。探索粮食生产全过程的农机、农艺物联智能管控体系，集成智能农机控制、农业物联网控制、田间数据监测等综合功能。构建和完善无人农机安全作业体系，为全面推广无人农场建设提供可借鉴的经验和模式。

四、加快推进无人农场建设的几点建议

（一）加强顶层设计，统筹协调推进

进一步加快布局规划，细化建设规模、建设内容、推进期限、投入预算及效益分析。构建上海无人农场产、学、研、用创新新机制，邀请知名专家学者领衔科研人才队伍，组建由农场/合作社、农机企业、科研院所构成的协同推进平台。统筹做好示范区域选点落地、设施设备改造完善、农业技术优化调整、服务模式变革创新等工作，全力推进相关项目有序建设，为全市 10 万亩粮食生产无人农场建设奠定基础。

（二）加快应用示范，规范相关标准

及时、充分总结无人农场示范推广的经验和成效，以行业应用层面为落脚点，在无人农场建设、无人化农机性能、操作管控技术、安全生产作业、高标准农田改造、配套设施布局、通信导航功能、数据信息接口、农情监测能力等领域，建立完善相关规程、制度或标准。加大宣贯实施力度，推动无人农场全系统规范化发展，发挥标准对农机装备智能化转型升级的引领带动作用。

（三）加速人才培养，完善服务体系

主动创新求变，培育组建高科技、脑力型“新农人”队伍，探索完善相应的农机社会化服务体系，应对无人化生产带来的革命性变革。推动纵向协作，建立由农机服务主体和智能农机企业构成的优势联合体，充分发挥研发企业的维修和培训优势，并通过作业服务，形成研发迭代正反馈。推动横向联合，引导建立区域性农机服务中心，充分发挥资源集聚效应，培育农机社会化服务品牌。

（四）加大政策支持，落实专项扶持

目前无人农场还处在探索、研发、示范阶段，应加强协调沟通，设计突破性扶持措施。一是设立无人农场领域相关科研专项，对无人农场领域的核心关键技术，面向全国“揭榜挂帅”，吸引科研领军人才和尖端团队开展专项攻关。二是分阶段实施推广扶持政策，无人农场建设前期因技术瓶颈和规模应用较小等因素，投入成本较高，建议采取以奖代补方式，尽可能加大推广扶持力度。