

“数智”赋能江苏农业全程全面机械化的路径研究

赵锦春

【摘要】：加快推进“数智”赋能农业机械化是江苏率先全面实施乡村振兴战略，夯实农业现代化基石的关键。江苏智能农机装备产业与农业机械化水平处于国内前列，农业物联网、农产品溯源、农业机器人、农业大数据平台是江苏智能农机应用的主要场景。在核心技术仍存短板、智能农机装备产业急需转型以及农机农艺融合度有待提升的背景下，江苏应坚持创新驱动智能农机装备产业发展，开展全产业链农业大数据技术应用，健全智能农机政策扶持体系，完善“两业”融合的创新农机服务体系，打造“数智”赋能农机装备智能化发展的江苏范例。

【关键词】：数字农业；智能农机；全程全面机械化；农业现代化

党的十八大以来，党中央高度重视科技创新在农业农村现代化中的作用，农业科技进步贡献率突破 61%。党的二十大报告进一步明确全面推进乡村振兴、建设农业强国的战略部署。当前，数字技术与传统产业渗透融合，开辟了农机装备及应用智能化、绿色化的新赛道。随着工业智能化转型向“三农”领域的持续延伸，现代农机装备应用已成为汇聚信息化技术、运用新型工业化范式，助力农业现代化的“智能高峰”。大力发展智能农机装备，推进全程全面机械化无疑是最具中国式“四化”同步现代化特征的核心范畴。

如何加快推进“数智”赋能江苏农业全程全面机械化是现代化阶段江苏率先全面实施乡村振兴战略，助力农业现代化的重大命题。鉴于此，本文聚焦江苏智能农机装备产业发展，在明确江苏农机装备产业发展及应用成效的基础上，厘清智能农机装备的应用场景与技术特点。通过对比国外智能农机装备技术应用前沿，揭示制约江苏农机智能化的重难点问题。基于此，提出“数智”赋能加速推进江苏农业全程全面机械化的对策建议。

一、江苏农机装备产业与农业机械化的整体成效

（一）农机装备制造业高质量发展

1. 农机装备产业规模稳步增长

江苏是全国第二农机制造业大省。近年来，农机装备产业规模逐年提升，对外出口产值持续增长。2021 年，全省农机装备产业按大农机统计口径实现营业收入为 1144 亿元。按中机联统计口径为 630 亿元，“十三五”年均增长 5%和 5.2%。预计 2025 年，全省农机装备产业营业收入达 1400 亿元，“十四五”期间年均增长 6%，出口交货值年均增长 5%。

2. 智能农机装备技术创新实现突破

“十三五”以来，江苏陆续设立 8 个省级农机装备与技术创新中心。农机工业系统 30 多项新成果获国家和省部级科技奖励，40 多种新产品获行业组织颁发的科技奖励，累计获得国家和各级政府部门支持技术创新项目资金 2 亿多元，建成国家和省市级技术创新中心及工程技术中心 30 多家，10 余项自主农机研发技术装备被推广运用。

（二）农业机械化水平持续提升

1. 智能农机装备水平走在前列

2021 年，江苏农机总动力达到 5148.24 万千瓦。就智能农机装备水平而言，据江苏统计年鉴（2022），全省农用无人植保飞机保有量达 1.47 万架，机动植保机械 59.3 万台，谷物自动烘干机 3.2 万台、智能保鲜冷藏设备 2.1 万台。粮食作物耕种收综合机械化水平达 95%。六大环节全程机械化水平达 82%。设施农业机械水平达 56%、畜牧业机械化水平达 53.4%、水产养殖机械化水平达 58.6%、果桑茶机械化水平达 50.1%、农产品初加工机械化水平达 54.5%。粮食生产全程机械化水平、种养殖及农产品初加工机械化水平平均居全国前列。

2. 社会化服务水平能力大幅提升

“十三五”期间江苏立项近 100 个支持农机装备技术创新项目。目前，江苏已建成并投入使用的省级农机科技示范园达 86 个，农机科技示范基地项目覆盖达 120 个县（次）。累计建成省级服务中心 50 个以上。其中，5 项入选全国第一批 70 个“全程机械化+综合农事”服务中心典型案例，数量居全国之首。此外，各类农机作业服务组织达 1.3 万个，农机合作社 8026 个，合作社作业面积覆盖总作业面积的 70%。

二、江苏智能农机装备的应用场景与特点

（一）江苏智能农机装备的应用场景

1. 农业物联网技术

农业物联网是江苏智能农机装备应用的领域之一。2017—2021 年，江苏规模设施农业物联网技术应用面积占比由 15.6% 提升至 22.7%，农业生产数字化水平达到 33.5%。目前，省内温室大棚物联网技术应用点 448 个，畜禽养殖物联网技术应用点 842 个，水产养殖物联网技术应用点 331 个，应用面积分别达到 27.4、4.3 和 68.9 万亩。无锡锡山太湖水稻示范园利用精准灌溉和作物传感器技术，能够实现对大田水稻种植的实时监控，结合分子育种、宜机化整治与自动化插播技术，水稻亩产可达 1200 斤以上，高产田达 1600 斤以上。

2. 农产品溯源管控

省内建成农产品质量安全追溯一体化平台，消费者可依托农产品大数据技术，扫描销售农产品包装物上贴着的二维码，就可以登陆农产品追溯查询系统，共享农产品生产过程中物联网系统所采集到的生产视频数据，实现农产品全程可视化。近年来，深度溯源与溯源查询、智慧农安监管以及区块链+大数据综合治理技术快速发展，省内农产品各环节得以实时“触网”，农产品实现“一物一码”全程溯源。

3. 农业作业机器人

随着机器视觉和多传感器融合、机器人定位、光谱分析等核心技术领域不断突破，江苏 10 余种农业机器人入选农业机械化管理局农业机器人优秀应用场景名录。2022 年全省 121 家农业生产全程机械化智能化示范基地中，“无人化”粮食农场 20 家，占总数的 16.5%。畜禽养殖、蔬菜生产、水产养殖、果茶桑生产、特粮特经等生产全程机械化基地则分别占比 32.2%、21.5%、16.5%、8.3%和 5.0%。

4. 农业大数据平台

大数据农业是以数据分析为基础，挖掘数据资源指导农业生产经营、农产品流通和消费的过程。数字农业大数据平台则是大数据农业的具象化展现。江苏围绕“六个 1+N”加快建设农业农村大数据云平台，打造智慧种植、智慧畜牧、智慧渔业等 10 大板块，已形成 8 大类 38 个子类标准规范。平台通过搭建包含“底层数据+业务系统+终端应用+分析系统+可视化系统”的数字

农业产品体系，为实现智能农机应用监管提供信息化支撑。

（二）江苏智能农机装备应用的特点

1. 设施农业的智能化水平较高

设施农业对自然环境的可控制度较高，智能农机装备在省内现代温室大棚、畜禽养殖等设施农业“类工业化”的生产场域中应用最为广泛。物联网射频识别传感器（RFID）能够根据作业空间内的空气温湿度、土壤水分温度、光照强度及二氧化碳浓度等参数，对经济作物或畜禽生长状况进行全天候视频监控并通过网络型视频服务器实现远程的网络视频服务，实现农业生产的精准高效。

2. 规模型农企应用积极性更高

通过数字化、智能化赋能农业规模化经营是江苏智能农机装备应用的主要模式。多数智能农机装备应用企业本身发展规模较大，具备资金实力，也能发挥更强的规模经济优势。如江苏新坤兴生态农业有限公司，企业前期自行投入 71 万元购置自动增温系统、电子耳标可追溯系统等物联网设备，生猪饲养的料肉比由 3.3:1 降至 3.0:1，仅此一项节省成本 30 万/年，即便没有“以奖代补”，企业仍会持续加大智能农机应用投入。

3. 政策推动仍强于市场化运营

应用物联网传感器、农业机器人、智能农机设备以及相应软件系统的资金投入较高。目前，省内智能农机装备应用也绝大部分由政府引导扶持，市场化在短期内难以成为推动智能农机装备应用的主要机制。尽管智能农机设备安装使用、后期的运维都有资金补贴，省内示范基地也有很好的示范效果，但在降本增收方面还需进一步破题。

三、“数智”赋能江苏农业机械化进程中面临的重难点问题

（一）智能农机技术仍存短板

1. 智能装备终端技术标准有待提升

首先，由于工程防疫、智能设备管理技术标准主要由美国垄断，省内畜禽粪便自动化处理装备、病死禽畜无害化处理及水产尾水处理物联网设备技术的标准缺失，进口设备“水土不服”“有机难用”。其次，果蔬与畜禽水产保鲜保质储运智能装备尤为不足。特别是运用真空低温干燥技术、热泵、太阳能等绿色能源及组合干燥设备技术的智能化、绿色化农机装备较少。

2. 农业作业机器人技术有待提升

2018 年，日本首次将机器人农机投入实产，拖拉机和插秧机等大型农机实现无人化。相较而言，江苏省内无人驾驶拖拉机、插秧机以及收割机技术尚未成熟，植保无人机电池电量、飞控系统智控模式可靠性、稳定性技术仍需突破；果蔬、茶叶、除草、畜禽巡检等特色农业机器人技术不够成熟且已有产品的适用性、安全性以及可靠性均较低；大型自走式与水田自走式施药机械的精准、变量喷雾技术及发动机轻量化技术存在短板。

3. 农业全产业链大数据贯通能力不足

农业数据是贯穿数字农业全程，决定智能农机装备应用的核心软体，绝非“监控触屏”如此简单。早在 20 世纪 80 年代，

荷兰“智慧温室”中就已开展贯穿种业、种植、储运各环节的全流程数字化作业。21世纪初，美日则形成了种业公司牵头，农机协同的大数据农业模式。而受制于智能化农机设备数据交互接口、通讯协议与数据格式、无人作业质量评价体系等缺失，江苏省内农机智能化应用标准缺乏试验检测与实验数据，核心数据参数传递与模型迭代应用升级难以有效进行。

（二）智能农机装备产业发展亟须转型

1. 高附加值装备产品较少

发达国家主要依靠“品牌+渠道”的成熟商业模式占据着农机全球产业链的高附加值环节。尽管“十二五”以来，中国农产品机械制造工艺逐渐成熟，出口量大，但产业大而不强，企业小而散的特征依然明显。江苏省内农机装备中低端产品偏多，高端、环保、高效、联合复式作业的农机装备基本依赖外企或进口。农机装备制造企业规模偏小，技术水平不高，高附加值产品自给率低，与国外智能农机相比仍存较大差距。

2. 绿色农机装备供给不足

农机绿色化转型是一项系统工程。以农业面源污染较严重的畜禽水产养殖模式为例，目前江苏省内大力倡导循环畜禽水产养殖模式，但该模式需要包括以设施装备为基础的良好选育、饲料营养、病害防控，甚至下游流通加工领域的协同攻关。而省内在提升农业生产方式对资源环境利用效率方面的科技投入相对较少，难免出现绿色智能农机产业的“断链”“缺链”。

（三）农机农艺融合程度有待提升

1. 部分农艺措施难以采用机械化手段实现

江苏粮食耕种、田间管理和收获环节的稳产高产措施对机械化依赖程度日益提升，农机农艺融合需求迫切。然而，目前苏北杂交水稻制种仍延续劳动密集型生产方式，劳动强度大、比较效益低、供种保障难度大。苏南部分双季稻区，由于稻作机械化水平低、季节性用工需求大，严重影响种粮积极性。

2. 宜机化标准与特色装备供给不足

田间道路、桥涵闸、田块长度宽度平整度、农业设施大棚以及丘陵山区开展农田、果园基础设施建设标准难以满足“宜机化”要求。特色经济作物，如棉花、油菜等大宗经济作物机械化技术缺乏有益借鉴，市场需求量较小、利润薄，企业不愿投资。农艺部门研发多侧重增产，忽略“宜机性”。农机研发也主要关注人力替代，不同种植制度和作业的农机农艺联合研发攻关依然偏少。

（四）智能农机服务模式尚未建立

智能农机“重普及”“轻服务”现象普遍存在。一是农机维修网点分布不合理。农机合作社等新型经营主体受土地资源的约束，农机存放机库、粮食烘干用地难以解决。二是公益性农机鉴定、农机管理高效率服务、先进装备试验示范推广、高性能农机维修服务、高效能农机作业服务、农业生产全程延伸服务等较难满足需求。三是基层农机站在农机试验示范、技术推广、教育培训、信息服务等领域的公共服务投入明显不足。

四、“数智”赋能江苏农业全程全面机械化的对策思考

（一）推进产业强链补链，促进创新驱动引领

1. 重点解决“卡脖子”装备技术难题

首先，省级部门要积极组织和协调农机企业，尽快完善农业物联网、农业机器人等智能农机设备的标准制定。其次，组织省内外农机制造企业、涉农高校等单位合作，推动农业数据大平台建设，强化农业全产业链大数据应用。再次，要加大自动驾驶技术的推广，重点研发无人驾驶拖拉机、插秧机、收割机以及农业采摘机器人等。最后，要加强农机具作业质量和效率的动态监管，推广在深松机、打捆机等农机具上广泛使用智能监管系统，提升农机装备智能化水平。

2. 实施农机装备产业强链补链计划

首先，以农机“两大行动”为契机，系统梳理农机装备产业链长短板清单，鼓励支持企业开展强链补链行动。坚持市场引导与政府扶持相结合，针对江苏田块小、品种多的农业生产特色，激发企业研发特色农机的积极性，解决“无机可用”“无好机用”“进口机贵”的难题。其次，按照“一业一机”生产模式，加大特色主导产业、主要品种关键薄弱环节机具引进、试验和示范力度，推广适应特色农业生产需要的高效专用智能农机，形成产业特色鲜明的高端农机装备制造体系。

（二）健全扶持政策体系，提升“数智”赋能效应

1. 创新智能农机产业扶持政策

一是加快培育农机装备创新主体。对标国际先进水平实施创新赶超研发，推出一批“苏”字头农机装备科技自主创新成果。支持企业开展高端化、智能化、“首台套”研发应用，加快高端农业装备零部件的国产化进程。二是鼓励支持引导优势农机企业直接对接新型农业经营主体，创新“企业+合作社+基地”应用模式，开展定制化装备技术研发。三是完善农机装备产业创新联盟建设。建立理事单位挂牌制，强化省内高校科研院所与农机装备产业链全程优势互补与合作，探索“高校科研院所+基地”的产业纵向一体化发展模式。

2. 创新农业大数据共享模式

首先，要把互联网产业园及孵化器建成农业经营主体互联网的创业高地。利用互联网对企业组织架构和业务流程进行优化和整合，扶持企业互联网工具和应用程序编程接口规范、农业大数据处理等高端工业软件的研发。其次，建立农业大数据共享互惠机制。将所有涉农数据录入数据库，率先开放农业部门自有数据，引导和协调涉农相关部门开放数据，让农业全产业链利益相关者汇总、分享和交换农业数据。

（三）培育农机应用示范，提升产业规模效应

1. 加强典型智能农机设备项目应用示范

一是集成示范推广新技术新装备。加快提升特色产业全程机械化水平。重点围绕省内智能农机装备应用较多的设施农业、果菜茶、畜牧养殖、水产养殖和农产品初加工等特色产业，配套“宜机化”智能装备。聚焦环节延伸、装备升级、机艺融合、设施提档等，推动粮食生产全程全面机械化提档升级。二是强化智能农机与现代农艺融合装备配套体系建设，制定农机农艺深度融合发展技术路线、作业标准和机具配备方案。

2. 加强全程全面机械化示范载体建设

利用数字乡村建设与数字赋能乡村振兴战略契机，推动数字技术与农业机械化深度融合。一是以南京国家农创园、南京国

家农高区等高水准平台载体建设为龙头，聚焦特色农产品优势区、现代农业示范区、农业高新技术产业示范区、现代农业科技园和现代农业产业园等，打造特色产业农机化技术示范园（场）。二是加快全程全面机械化智能化示范县建设。2022 年，江苏率先启动了县域全程全面机械化示范县建设，应加强示范县“无人化”农场、信息化园艺、数字化渔场、智慧化牧场等应用场景的智能农机示范。

（四）创新主体培育模式，构建社会服务体系

一是探索智能农机制造与技术推广服务的融合。鼓励农机装备企业结合服务实践提升研发能力，加快数字化技术服务集成创新应用。完善以企业、社会化服务主体、农机合作社三方参与，县乡售后服务保障为主体和区域农机产品售后服务中心为补充的分级售后服务网络。二是创新政策扶持模式。在智能农机购置补贴内容中增设数字化组件专项，对农业机械耕作、植物保护等智能农机服务免征增值税，推动购置补贴向作业应用补贴模式转变，激励农机企业向产业数字化、作业绿色化、服务高端化转型。

参考文献

- [1] 新京报. 学习二十大精神四位农科院院士谈科技助力现代化[N]. 2022-11-10.
- [2] 中经社江苏中心. 农业机械化“三横三纵”体系助力乡村振兴[R]. 江苏要情动态, 2021-9-23.
- [3] 江苏农业农村厅. 江苏省现代农业装备发展情况报告[R]. 2021-6.
- [4] 江苏农业农村厅. 江苏省“十四五”农业机械化发展规划, 2022-01-20.
- [5] 杨嵘均, 操远凡. 论乡村数字赋能与数字鸿沟间的张力及其消解[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2021(05).
- [6] 谭燕芝等. 省域数字普惠金融与乡村振兴评价及其耦合协同分析[J]. 经济地理, 2021(12).
- [7] 魏祥帅. 江苏农业物联网应用实践及发展探讨[J]. 江苏农村经济, 2018(11).
- [8] 吴琼. 江苏数字农业农村发展水平达 65.4%[N]. 江苏经济报, 2021-6-30.
- [9] 江苏省工信厅. 江苏农机装备产业发展思路及对策研究报告[R]. 2020-11.
- [10] 徐元明等. 农业物联网: 实施“互联网+现代农业”的技术支撑——基于江苏省农业物联网示范应用的调查[J]. 现代经济探讨, 2016(05).
- [11] 赵闰等. 江苏农业机械化转型升级对策研究[J]. 中国农机化学报, 2020(08).
- [12] 陈新华. 江苏省粮食生产全程全面机械化发展报告[J]. 现代农业装备, 2017, (05): 26-30.
- [13] 樊正强等. 农业机器人移动平台行进方式综述[J]. 江苏农业科学, 2018(22).
- [14] 王惠清. 江苏省农机装备工业发展战略研究[J]. 安徽农业科学, 2012(06).

[15] 沈毅等. 完善创新体系加快农机装备产业发展[J]. 江苏农村经济, 2021 (03).

[16] 江苏省农业机械管理局. 江苏率先进入农业机械化发展高级阶段——江苏省农业机械化水平评价分析[J]. 江苏农机化, 2014 (06).

[17] 秦秋霞, 郭红东, 曾亿武. 乡村振兴中的数字赋能及实现途径[J]. 江苏大学学报 (社会科学版), 2021, 23 (05): 22-33.

[18] 罗建强, 王焯文: 农机装备制造业服务化与数字化协同路径研究——基于三产双向融合的视角[J/OL]. 新疆农垦经济, 网络首发, 2022-11-30.

本文系 2022 年江苏省社科基金重大项目“江苏率先全面实施乡村振兴战略研究”(编号 22ZDA004); 2022 年度江苏省社会科学院第三批院长应急课题“共同富裕目标下数字赋能县域城乡融合发展的机制与路径研究”的阶段性成果。

(作者系江苏省社会科学院农村发展研究所研究员)