

面向 2035 年智慧农业发展战略研究

赵春江^{1,2}, 李瑾^{1,2}, 冯献^{1,2}

(1. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097; 2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097)

摘要: 发展智慧农业是推动我国农业高质量发展、促进乡村全面振兴的重要内容, 开展智慧农业战略研究对于把握我国智慧农业中长期科技布局、厘清发展思路与方向具有积极意义。本文立足国家乡村振兴战略背景, 剖析概括了农业高质量发展对智慧农业科技的宏观需求, 详细分析了面向 2035 年智慧农业发展的战略构想、重点任务、发展路径。研究表明, 发展智慧农业有助于解决现阶段我国农业质量效益不高、竞争力不强等问题, 建议加快建立“品种选育+数字赋能+智能装备”有机融合的智慧农业产业技术体系, 注重顶层设计、强化技术攻关、建立差异化补贴机制、坚持“产村”融合、加快应用型人才培养; 结合不同经营主体特点、不同产业需求, 梯次推进智慧农业发展, 支持实现“机器替代人力、电脑替代人脑、自主技术竞争力增强”三大转变, 保障我国由农业大国走向农业强国。

关键词: 智慧农业; 宏观需求; 总体构想; 技术路线; 智慧农场; 信息化

中图分类号: F120.4 **文献标识码:** A

Development Strategy of Smart Agriculture for 2035 in China

Zhao Chunjiang^{1,2}, Li Jin^{1,2}, Feng Xian^{1,2}

(1. Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China; 2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China)

Abstract: Smart agriculture is an important component of high-quality agricultural development and the overall rural revitalization in China. Research on smart agriculture strategy is significant for developing a medium- and long-term scientific and technological layout and clarifying the development ideas and direction of smart agriculture in China. Against the background of rural revitalization, this study summarizes the macro demand of high-quality agricultural development for smart agricultural science and technologies; it also analyzes the strategic conception, strategic tasks, and development route of China's smart agriculture development toward 2035. Conclusions show that developing smart agriculture helps address the low quality and efficiency and weak competitiveness of China's agriculture sector. Furthermore, to achieve the replacements of human power with machines and human brains with computers, and promote the independent technological competitiveness of China's agricultural sector, an industrial technology system for the smart agriculture that integrates biotechnology, information technology, and intelligent equipment should be established; and smart agriculture should be promoted in a staged manner considering different business entities and industrial needs. Specifically, China should strengthen the top-level design, promote technological research, establish a differentiated subsidy mechanism, integrate industry and village, and encourage applied talent training.

Keywords: smart agriculture; macro demand; overall conception; technical route; smart farm; informatization

收稿日期: 2021-04-21; **修回日期:** 2021-06-21

通讯作者: 冯献, 北京农业信息技术研究中心副研究员, 研究方向为农业农村信息化发展战略; E-mail: fengx@nercita.org.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“智慧农业发展战略研究”(2019-ZD-05)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

一、前言

以信息技术为代表的新一轮科技革命和产业变革正在重构全球科技创新版图 [1], 推动各国由传统工业社会进入信息社会, 农业同步迈入数字化、智能化新时代。作为信息技术与农业深度融合的产物, 智慧农业是以信息、知识、装备为核心要素的现代农业生产方式, 成为各国现代农业科技竞争的制高点、未来农业发展的新业态 [2]。

近年来, 我国在智慧农业发展方面开展了系列部署, 实施了一批重大应用示范工程, 农业专家系统、农业智能装备、北斗农机自动驾驶驾驶等智慧农业科技取得了突破。然而相比发达国家, 因起步晚、基础薄弱, 我国智慧农业研发应用水平整体呈落后态势; 农业传感器、农业模型与核心算法等关键技术和产品受制于人, 仍处于“跟跑模仿”阶段, 落后先进国家 10~15 年; 由于行业顶层设计缺失, 各地区的智慧农业建设水平参差不齐。提高农业质量效益和竞争力, 建设智慧农业, 是国家发展的必然要求; 进入新发展阶段后, 智慧农业的高质量发展, 亟需从战略层面进行系统谋划与科学布局。

现阶段关于智慧农业的研究较多关注概念解析、技术方法创新、技术产出效率测算、技术进展梳理、技术方案论证等方面 [3~13], 而从宏观角度入手, 面向 2035 年我国智慧农业发展路线进行的前瞻性分析较为少见, 尤其缺乏针对不同规模主体、不同产业类型的路径选择问题研究。本文作为“智慧农业发展战略研究”咨询项目的学术性成果展示, 凸显新发展格局下我国发展智慧农业的宏观需求, 提出总体战略构想, 探讨产业发展路线和重点任

务, 以期智慧农业领域的理论和政策研究提供基础参考。

二、智慧农业发展需求分析

(一) 提高农业生产效率与效益的需要

近年来, 我国粮食产量连续多年保持在 6×10^8 t 以上, 但因农业生产规模小、生产者素质不高、现代化生产要素投入滞后, 农业生产效率与比较效益依然低下。例如, 三大粮食作物(小麦、稻谷、玉米)亩均净利润自 2016 年以来持续为负(见图 1), 2019 年农业劳均产值仅相当于以色列的 4%、美国的 5%、欧盟的 15%、日本的 17%(见图 2)。

技术论证和应用实践都表明, 实施智慧农业工程可实现农业大产业的精准布局、技术管控、提质增效, 是解决农业生产效率低下问题的有效路径。例如, 北京市小汤山国家精准农业研究示范基地的蔬菜无人农场, 通过蔬菜规模化生产全生长周期的无人化管理, 平均减少人工投入成本约 55%, 分别减少水、肥、药施用量 25%、31%、70%。我国要跻身世界农业现代化国家第一梯队, 唯有加快部署智慧农业, 推动智能装备替代劳力, 根本性地提高生产效率。

(二) 提升农业资源利用效率的需要

人多、地少、各地资源禀赋不均衡、极端气候灾害频发, 这是我国的基本农情 [14], 同时面临面源污染、疫病防控等压力。根据《2019 年中国土壤环境质量报告》, 我国 1~3 等的优质耕地占比仅为 27%, 基础地力贡献率约为 50%, 均比农业发

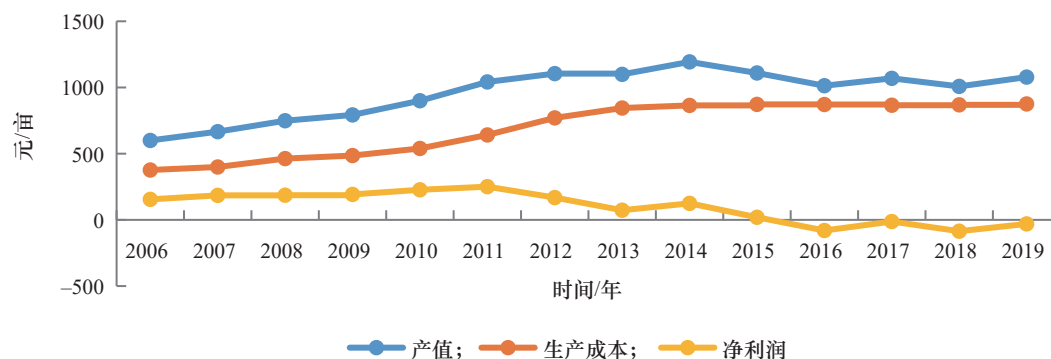


图 1 三大粮食作物的平均成本收益(2006—2019 年)

注: 数据来源于相关年度的《全国农产品成本收益资料汇编》; 1 亩 ≈ 666.7 m²。

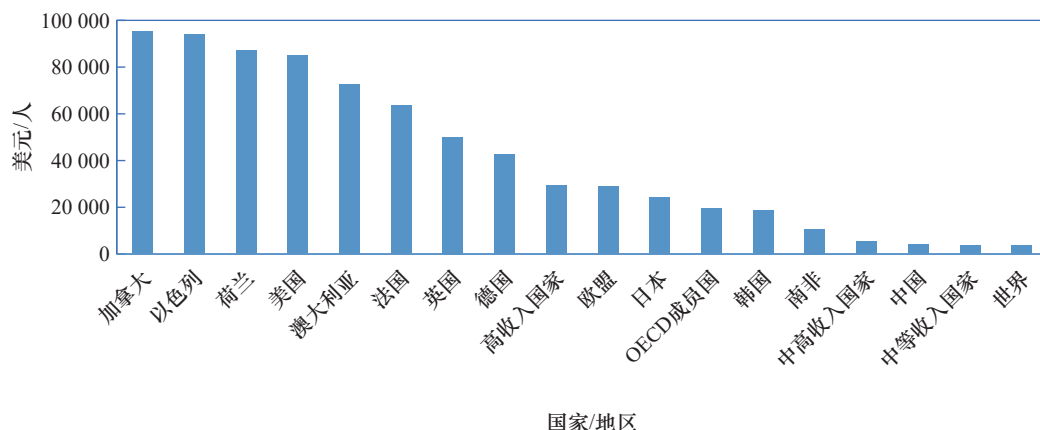


图2 世界主要国家/地区的农业劳动生产率情况(2019年)

注:数据来源于世界银行公开数据库;OECD代表经济合作与发展组织。

达国家低 20~30 个百分点。从资源利用率看,尽管近年来农业部门积极推进农业节肥节药行动,至 2020 年年底我国三大粮食作物的化肥、农药利用率已提高至 40% 以上,但相比农业发达国家仍有 20 个百分点的差距。此外,畜禽粪污综合利用率与农业发达国家也相差 20 个百分点以上。

各地实践显示,发展智慧农业有利于提高“水肥药”利用率,如小麦、玉米的高低隙精准施药机可实现节药 30%~40%。展望未来发展,我国农业资源环境仍然面临硬约束,在有限的耕地与水资源条件下满足不断增长的人口食物需求,亟需转变农业发展方式,通过智慧农业工程科技来大幅提升农业资源利用效率。

(三) 确保农产品质量安全的需要

随着生活方式、消费观念的转变,城乡居民对优质、绿色、安全、健康农产品的需求量进一步加大。因食品制造涉及生产、加工、流通、销售等多个环节/主体,受到投入品、环境、技术、经营主体机会主义行为等多种因素的制约,生产者、消费者、监管部门之间的信息不对称,导致农产品质量监管难度大、食品安全事件屡禁不止,公众对农产品缺乏信心。

根据《中国城市公共安全感调查报告(2019)》,2019 年城市居民食品安全感指数仅为 0.4972,约 66% 的受访者在过去 1 年中至少经历过 1 起食品安全事件,而反映食品事故违法信息的公开程度较低。确保国家食品安全,更好满足城乡居民多层次、个

性化的食物需求,必须尽快构筑安全可控的农产品透明供应链,实施农产品质量安全的全程可追溯管控,确保“舌尖上”的安全。

(四) 提升农产品市场竞争力的需要

在构建国内国际双循环的新发展格局背景下,发展智慧农业有利于提升我国农产品的市场竞争力,这是我国农业高质量发展的重要方面。我国已是世界第一大农产品进口国、第二大农产品贸易国,但在世界农产品贸易活动中的话语权和影响力依然不够(农产品进口依存度从 2001 年的 6.19% 增长到 2018 年的 13.44% [15])。根据农业农村部统计数据,2019 年我国大豆的自给率不到 20%,食用植物油自给率仅为 30%,多种农产品的国内市场价高于国外到岸价的 30%。国际竞争力薄弱的關鍵原因在于国内生产成本较高,如小麦、水稻、玉米、大豆等种植成本普遍比国际市场高 40%~70%。因此,亟需通过智慧农业技术来提升农业产业价值链,促进我国农业产业核心竞争力尽快接近农业发达国家水平。

另一方面是国内市场。在全面推进乡村振兴的过程中,促进小农户与现代农业衔接成为“三农”工作的重点。小农户在我国农业经营中的占比依然较高,应充分发挥信息服务联农带农的作用,构建面向小农户的大数据智能服务体系,让亿万小农户与大市场有效对接;在巩固拓展脱贫攻坚成果的同时,有效衔接乡村振兴,畅通城乡经济循环,让小农户增收更有底气。

（五）实现农业科技自立自强的需要

近年来，我国实施了一批与智慧农业相关的科技项目和工程，推动北斗农机自动驾驶、植物工厂、无人机农业应用等技术方向达到或接近国际先进水平。但系统层面之外的一些关键核心技术仍受制于人，如高端农业环境传感、生命信息感知设备被美国、日本、德国等企业垄断，大马力高端智能装备较多依赖于进口，动植物生长模型与核心数据主要来自美国、以色列、荷兰、日本等。

随着农业进入数字化时代，智慧农业成为传统农业强国抢占农业科技制高点的重要方向。我国应掌握发展主动权，注重并保持科技自立自强，围绕智慧农业高质量发展涉及的“短板”核心关键技术，开展集中攻关与示范应用，推动自主可控，提高国产核心产品的市场竞争力，为农业农村现代化提供有力保障。

三、我国智慧农业发展总体战略构想

（一）发展思路

按照国家部署，从当前到 2035 年是我国基本实现现代化的关键时期。加快智慧农业发展必须立足新的发展阶段，贯彻新发展理念，实现农业高质量发展；聚焦“保障国家粮食安全、食品安全、生态安全，促进农民持续增收”的目标，针对农业“新基建”、智慧种养、智慧供应链、农业智能信息服务、智慧农业相关技术产业化等方向，按照“抓重点、补短板、强弱项”的总体思路，开展重点建设。

突出农业科技自立自强，加强智慧农业的战略性和前沿性、基础性研究与关键共性技术研发，论证实施智慧农业重大科技专项与应用示范工程。攻关农业传感器与高端芯片、农业大数据智能与知识模型、农业人工智能（AI）算法与云服务等关键技术，研制高端智能农机装备、农业智能感知产品、农业自主作业（机器人）智能服务产品等重点产品。推动高端产品在智慧农（牧、渔）场、植物工厂、农产品加工智能车间、农产品智慧供应链等的集成应用示范，培育农业软件开发与智能信息服务、农业传感器与测控终端、农业智能装备制造等配套产业。融合生物技术（品种选育）、信息技术（数字

赋能）、智能装备（机器替代），建立以“AI+大数据+新一代通信技术+物联网+北斗卫星导航”为技术支撑、与农业强国发展目标相适应、达到世界先进水平的智慧农业产业技术体系。推动农业“机器替代人力”“电脑替代人脑”“自主技术竞争力增强”三大转变，提升农业生产智能化和经营网络化水平，强化农业质量效益和竞争力，拓展农民增收空间，助力乡村全面振兴。

（二）2025 年发展路线与目标

实施农业大数据融汇治理、大数据认知分析、大数据深度学习等农业大数据共性关键技术突破，制定农业大数据标准规范，建设数字农业农村大数据中心，为数据发现知识提供支撑。研制高端植保无人机、病死畜禽无害化处理自动化装备，推动农机装备自主创新。加强农业 AI、农业虚拟现实（VR）等技术基础研究，发展人机协同与农业智能系统、农业人机混合智能交互与虚拟技术；研究基于农业增强现实（AR）/VR 的表型信息解析技术，利用 VR 技术设计动植物理想表型结构，为突破农业知识模型提供基础（见图 3）。

到 2025 年，我国农业数字化转型取得重要进展。数字技术与农业产业体系、生产体系、经营体系融合，大田规模化种植基地、设施园艺标准园、规模化生猪/蛋鸡/肉鸡/奶牛养殖场、水产健康养殖示范场率先实现数字化转型。智慧农业科技创新体系更为健全，智慧农业产业体系基本完善，智慧农业引领农业农村现代化取得阶段性进展。具体而言，预计大田、设施、畜禽、水产生产的数字化水平分别达到 25%、45%、50%、30%，生鲜农产品冷链流通率超过 40%，实现质量安全追溯的农产品占比超过 25%，农业数字经济占第一产业国内生产总值（GDP）的比重超过 15%，行政村电子商务站点覆盖率不低于 85%（见表 1）。

（三）2035 年发展路线与目标

在高品质、高精度、高可靠、低功耗农业环境信息感知，农产品品质信息感知，高端动植物生命信息感知，农机装备专用传感器等技术方向实施攻关，基本实现农业传感器与高端芯片的自主可控，缓解智慧农业高通量信息获取难题。实施农业机器



图3 我国智慧农业技术发展路线图(2020—2035年)

注: 以 2035 年为目标节点, 根据两轮共计 150 人次的专家德尔菲调查结果(设计了 16 个客观题、3 个主观题, 中高级以上职称专家占比大于 70%), 筛选出了 13 项关键核心技术; 4G 表示第四代移动通信; 5G 表示第五代移动通信。

表1 我国智慧农业发展的主要指标预测值

主要指标	基期值	预测值		
		2025 年	2035 年	2050 年
农村互联网普及率	55.9% (2020 年)	≥70%	≥90%	≥98%
大田生产数字化水平	17.4%	≥25%	≥50%	≥80%
设施栽培数字化水平	41.0%	≥45%	≥70%	≥85%
畜禽养殖数字化水平	32.8%	≥50%	≥75%	≥90%
水产养殖数字化水平	16.4%	≥30%	≥75%	≥90%
生鲜农产品冷链流通率	31.8% (2018 年)	≥40%	≥50%	≥80%
实现质量安全追溯的农产品占比	17.2%	≥25%	≥50%	≥90%
县域农产品网络零售额占农产品交易总额比重	10.0%	≥15%	≥30%	≥60%
农业数字经济占第一产业GDP比重	8.2%	≥15%	≥70%	≥300%
行政村电子商务站点覆盖率	74.0%	≥85%	≥95%	≥98%

注: 除特别标注外, 基期值均为 2019 年年底数据。

人科技创新,发展承担高劳动强度、适应性强、性价比、可智能决策的新一代农业机器人,提升嫁接机器人、除草机器人、授粉机器人、打药机器人、设施温室电动作业机器人的技术水平,示范和推广智慧(无人化或少人化作业)农场集成技术。瞄准应用亟需开展农业动植物知识模型、核心算法与支持决策系统等共性关键技术研究,推动农业大数据智能水平提升。运用软件即服务理念,发展可适性农业云服务技术,显著降低智慧农业运维成本,为广大用户提供便捷的定制化服务。

到 2035 年,农业全产业链数字化、网络化基本实现,智慧农业取得标志性进展,我国进入世界农业强国前列。智慧农业的“新基建”、新理论、新技术、新装备、新产品、新业态取得突破,自主创新能力和水平全面提升,智慧农业学科与创新团队达到国际一流水平。农业主要环节的数字化全面转向农业全产业链、全环节的数字化和网络化,批量建成少人化或无人化的智慧农(牧、渔)场,基本建成“软件定义、数据驱动、装备支撑、产业融合”的智慧农业产业体系。农业传感器与测控终端、农业智能装备制造、农业软件等产业规模不断壮大,智慧农业产业核心竞争力达到国际先进水平。具体而言,预计大田、设施、畜禽、水产生产数字化水平分别达到 50%、70%、75%、75%,农业数字经济占第一产业 GDP 的比重超过 70%。

四、我国智慧农业重点发展任务

(一) 部署农业领域“新基建”,打牢智慧农业基础

推进农业农村领域“新基建”工作,建设泛在、先进、开放、共享的农业新型信息基础设施体系。加快 5G 网络、数据中心、仓储保鲜冷链物流等新型基础设施建设,升级国家农业农村大数据中心,形成农业大数据标准化技术和数据交换机制。开展农业大数据的深度应用,建立农业大数据智能关键技术体系;构建全新的农业知识图谱,促进数据信息转化为实际价值,实现农业信息服务精准化、智能化。

(二) 推进生产数字化转型,批量建设智慧农场

发展“天、空、地”多尺度农业资源环境信息获取网络、农业资源环境信息感知技术系统,构

建多时相、多维度、高精度的农业资源环境信息获取系统与智能服务平台,支持农业资源环境监测与信息服务能力提升。攻克大田、园艺作物传感器瓶颈技术,加快“数字农情”建设,形成智能温室设施建设运行集成技术体系。针对规模化农田、温室大棚推广种植环境监测控制、“水肥药”精准施用、土壤作物智慧管理等技术装备,批量建设“无人化(或少人化)农场”“植物工厂”。发展装备化养殖,应用养殖业投入品、养殖过程、产品质量等专用传感器,构建现代动物生长与发育过程的知识模型;研制养殖智能农机装备,发展基于大数据的养殖动态饲料配方、智慧育种技术,建立养殖场群体优化管理与决策大数据平台,研发养殖重点环节作业机器人;在规模化畜禽水产养殖场批量建设“无人化(或少人化)牧场”“无人化(或少人化)渔场”。

(三) 建设透明供应链,构筑质量安全防线

构建农产品供应链智能化生态,研发农产品采后处理加工与冷链智能设备,革新农产品供应链运行模式以显著提升效率。发展清洁能源驱动的智能设备关键技术、冷库智慧控制技术,推动农产品冷链行业转型升级。在农产品供应链管理中应用区块链、大数据、AI 技术,对农资、生产、加工、储藏、运输等农产品全产业链的诸多环节信息进行全面监管,构建农产品供应链的数字孪生能力,提升农产品质量安全追根溯源水平 [16]。探索利用数据联盟链方式来构建新型供应链协作网络,降低供应链的信任成本,支持农产品供应链朝着绿色、智能、高效、开放方向发展。

(四) 加快技术产业化进程,壮大智慧农业产业

紧跟世界智慧农业科技发展趋势,以推动重大产业项目培育为依托,平衡潜在技术需求、产业增长潜力、产品竞争力、技术带动引领性 [17]。聚焦农业智能装备制造、农业传感器与测控终端设计及制造、农业软件与新兴信息服务业 3 类重点创新领域,实施智慧农业相关技术产业培育工程,促进智慧农业创新链、产业链精准对接,使得“三农”发展更好获益于智慧农业科技及其产品。提高 AI、5G、边缘计算、新型人机交互等信息技术在智慧农机、农业传感器、农业软件开发中的应用成熟度,提升智慧农业软硬件产品的支撑能力。发展农业智

能生产作业装备、农业智能作业机器人等重点智能农机装备,实现适应性好、性价比高、可智能决策的新一代农业传感器的标准化、产业化,构建农业软件产业生态、产业集群。

(五) 突出绿色生态理念,助力碳达峰与碳中和

应对碳达峰、碳中和的目标要求,以绿色生态为主线,应用数字技术赋能绿色农业,实现高标准的水肥、畜禽养殖碳排放;建设绿色智慧农业示范区,引领绿色农业高效、高质量发展。实施耕地保护的智慧化转型,推广应用高效节水灌溉技术,提高农业水土资源利用效率。探索基于大数据驱动与多组学融合的动植物生长发育精准调控、环境变化智能应激,建立适应气候变化的现代智慧生态农业生产体系,实现精准种植养殖,减少农业系统碳排放。推动智慧型生态保护建设,建立智慧生态保护与修复示范区,实现生态环境动态监测预警与智能监管。

五、中国特色智慧农业分类推进路径

(一) 面向不同生产经营主体的推进路径

1. 小农户

以促进小农户与现代农业有效衔接为目标,以“信息进村入户工程”“全国农业科教云平台”为基础,建立功能完善的区域性农业大数据智能服务平台,为小农户提供便捷、高效、精准的农业知识服务,促进农业生产性服务的精准化、个性化。鼓励各类社会化服务组织、信息化企业探索农业智能语音交互服务新模式,为小农户提供专业化、个性化的农业科技信息、生产托管、装备共享等服务,降低智慧农业技术产品与服务的应用成本。继续开展“互联网+”农产品出村进城工程,支持电商企业与科研机构共同探索电商兴农新模式,为小农户提供产销对接平台,支持优质特色农产品的产销衔接、优质优价。

2. 家庭农场

以提升家庭农场经营管理能力、实现最佳规模效益为目标,研制智慧农业示范农场适度规模标准,支持粮食主产区、大宗农产品优势区、现代农业示范区的家庭农场创建智慧农业示范农场。以“中国农业社会化服务平台”等为基础,引导

支持各类社会化服务组织为家庭农场提供菜单式、全程生产托管的智慧农业社会化服务。鼓励市场主体开发适用的数据产品,为家庭农场提供定制性技术套餐和应用方案,支持开展针对性的排产计划。

3. 合作社、龙头企业等规模化经营主体

组织力量制定不同区域、不同行业无人生态农场技术应用模式的适用性标准。以国家现代农业产业园为主要载体,优先支持规模以上的粮食、蔬菜、生猪、奶牛、蛋禽等类别农场或入驻企业(合作社)批量建设国家无人农(牧)场示范基地,分阶段、分层次、分领域、分梯次推进无人自主作业的集成应用,尽快形成与我国农业大国地位相适应的生态化、无人化生产技术体系。鼓励社会资本围绕“新基建”农业场景应用落地目标,参与农场 5G 网络、数据中心、基础数据资源体系、农产品数字供应链等新型基础设施建设,批量建设智慧田园、智慧植物工厂、智慧牧场、智慧渔场、智慧果园、农产品智能加工车间等并凸显示范效应。

(二) 面向不同产业主体的推进路径

1. 智慧种植业

围绕粮食和蔬菜的稳产保供、提质增效需求,在规模化粮食和蔬菜生产基地,重点开展“天、空、地”一体化智能监测与精准服务应用示范。推动粮食主产区气候智慧型农业模式、西北地区草地气候智慧型管理模式等气候智慧型农业应用示范项目,增强作物生产对气候变化的适应能力。开展农机、农艺与智能化融合应用示范工程,补齐精准作业覆盖环节不全、智能装备协作效率不高等短板。批量建设“无人化(或少人化)农场”“植物工厂”,配套应用嫁接机器人、除草机器人、打药机器人、采摘机器人、设施温室电动作业机器人等,实现无人化或少人化种植场景落地。

2. 智慧养殖业

侧重规模化生猪(1×10^4 头以上)、奶牛(500 头以上)、蛋鸡/肉鸡(叠层栋舍规模 1×10^5 只以上,立体散养栋舍规模 5×10^4 只以上)养殖产业,注重畜禽养殖业软硬件集成应用,重点推广动态饲料配方、智能育种、环境精准控制、精准饲喂装备、智慧管理、粪污智能化处理等技术。发展陆基工厂养殖(面积 $7 \times 10^7 \text{ m}^3$ 以上)、网箱养殖(浅水 1.4×10^6 只

以上、深海 2×10^4 只以上)、海洋牧场示范区等规模化水产养殖基地,推广应用“无人化(或少人化)渔场”智能感知、可靠传输、精准预测、决策与控制等技术,形成覆盖养殖、捕捞、水产流通与加工等全过程的智慧渔业产业体系。

3. 农产品智慧供应链

在海南省、山东省、重庆市、河北省、贵州省、江苏省等鲜活农产品主产区和特色农产品优势区,建立和投产智能加工车间农产品质量无损检测与分级分选系统。在有条件的鲜活农产品主产区、特色农产品优势区,建立农产品区域性冷链物流节点和骨干网络,保持对农产品储运环境的精准调控。依托单品种全产业链大数据试点县,建设基于区块链技术的农产品供应链追溯平台,示范应用农产品数据联盟链管理新模式,保持高端农产品全生命周期的数据监测和可追溯管理。在全国农产品主销区,探索农产品供应链智能监管模式,整合智慧农贸系统可视化信息展示、农产品溯源、区块链等功能,保持重大食品安全事件的及时预警、快速响应、源头追溯。

六、对策建议

(一) 编制智慧农业中长期规划纲要

按照国家乡村振兴战略、《数字乡村发展战略纲要》要求,注重规划衔接,论证和编制“国家智慧农业发展战略纲要(2021—2035)”。在农产品优势产区、国家农业科技园区和国家现代农业产业园的所在县(市),围绕农业生产数字化转型、农产品透明供应链、农业大数据智能服务等方向,推动智慧农业工程建设,显现智慧农业发展成效。

(二) 实施智慧农业关键核心技术攻关

立足科技自立自强,瞄准农业产业升级与高质量发展,重点围绕农业传感器与信息采集系统、高端智能农机装备、农业机器人、农业大数据与计算智能、农业模型与算法等短板技术及薄弱环节,布局并实施关键核心技术攻关项目。建设国家智慧农业创新中心、重点实验室等产业助推平台,论证推进“智慧农业科技创新 2035”重大项目,切实提升自主研发能力,为行业用户提供更多用得上、用得起、用得好的软硬件产品。可率先在环渤海经济区、

长江三角洲地区、粤港澳大湾区、成渝经济圈等重点区域以及一些现代农业基础较好的城市,创建国家级智慧农业创新发展试验区,开展新技术验证,加速成果转化应用。

(三) 建立差异化的智慧农业补贴机制

建议将农业物联网成套设备、智能拖拉机配套测控终端纳入农机购置补贴范畴,适度提高智能化高端农机购置补贴标准。针对区域和产业差异性,建立支持各类规模农户应用数字技术的差异化补贴机制:为小规模农户提供智能移动终端补贴与网络接入费用减免;按照生产规模给予适度规模经营主体以定额补贴或比例补贴,按照服务面积给予智能作业服务主体以托管服务补贴;针对生猪、奶牛、家禽养殖大县实施智慧畜禽养殖试点补贴方案;以东北地区、内蒙古自治区、新疆维吾尔自治区等地为重点,针对大田粮食、露地蔬菜等智能动力设备和专用作业装备,给予购置补贴与作业服务补贴;以设施蔬菜标准园、水产健康养殖示范场为重点,探索农业物联网成套设备与解决方案补贴办法。

(四) 统筹智慧农业与数字乡村发展

建议以县(市)为单位,以“农业高质高效、农民富裕富足、农村宜居宜业”为目标,就智慧农业和数字乡村开展一体化设计和建设。将农业农村“新基建”纳入国家乡村建设行动,推进县域农业农村大数据中心、农业农村“天、空、地”一体化观测体系建设,实施农业生产基地、农村物流设施的数字化改造,试点开展 5G、互联网协议第 6 版(IPv6)、窄带物联网等网络协同应用。支持有条件的县(市)打造“乡村大脑”,统筹开展农业农村数字经济、环境数字化治理、乡村数字政务、乡村数字治理等建设,实现农业农村数字化、智能化的普惠应用。

(五) 培养应用型人才队伍

突出“产业为主、专项服务”的技术推广理念,依托现有农民教育培训体系,开展农村科技特派员、农技员服务能力提升计划。重点围绕农业生产基地数字化标准化改造、智慧农业信息技术操作规程与工艺、农机智能装备操控与管护、应用系统与平台使用及后期维护等方向,开展智慧农业应用型人才

专门培训,快速形成人才规模优势,集聚智慧农业建设的内生原动力,为智慧农业工程的应用推广、成效发挥提供智力保障。

参考文献

- [1] 孙康泰, 王小龙, 蒋大伟, 等. 美国农业和食品领域2030科技突破计划及启示 [J]. 全球科技经济瞭望, 2020, 35(11): 25–32.
Sun K T, Wang X L, Jiang D W, et al. The 2030 plan of science and technology breakthrough on agricultural and food study in the United States and its enlightenment [J]. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2020, 35(11): 25–32.
- [2] 赵春江. 智慧农业发展现状及战略目标研究 [J]. 智慧农业, 2019, 1(1): 1–7.
Zhao C J. State-of-the-art and recommended development strategic objectives of smart agriculture [J]. Smart Agriculture, 2019, 1(1): 1–7.
- [3] 赵春江, 杨信廷, 李斌, 等. 中国农业信息技术发展回顾及展望 [J]. 农学学报, 2018, 8(1): 180–186.
Zhao C J, Yang X T, Li B, et al. The retrospect and prospect of agricultural information technology in China [J]. Journal of Agriculture, 2018, 8(1): 180–186.
- [4] 李道亮. 面向需求协同推进我国智慧农业发展 [J]. 国家治理, 2020 (19): 18–21.
Li D L. Promoting the development of China's smart agriculture in the face of demand [J]. Governance, 2020 (19): 18–21.
- [5] 许世卫, 王东杰, 李哲敏. 大数据推动农业现代化应用研究 [J]. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3429–3438.
Xu S W, Wang D J, Li Z M. Application research on big data promote agricultural modernization [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(17): 3429–3438.
- [6] 杨印生, 薛春序, 许莹, 等. 智慧农业的社会经济特征、发展逻辑与系统阐释 [J]. 吉林农业大学学报, 2021, 43(2): 146–152.
Yang Y S, Xue C X, Xu Y, et al. Social and economic characteristics, development logic and systematic interpretation of smart agriculture [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2021, 43(2): 146–152.
- [7] 于海业, 李晓凯, 于跃, 等. 光谱技术在农作物信息感知中的应用研究进展 [J]. 吉林农业大学学报, 2021, 43(2): 153–162.
Yu H Y, Li X K, Yu Y, et al. Research progress in the application of spectral technology in crop information perception [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2021, 43(2): 153–162.
- [8] 宋洪远. 智慧农业发展的状况、面临的问题及对策建议 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2020 (24): 62–69.
Song H Y. The status and problems of smart agriculture development and responses [J]. People's Tribune·Academic Frontier, 2020 (24): 62–69.
- [9] 吴志峰, 骆剑承, 孙营伟, 等. 时空协同的精准农业遥感研究 [J]. 地球信息科学学报, 2020, 22(4): 731–742.
Wu Z F, Luo J C, Sun Y W, et al. Research on precision agricultural based on the spatial-temporal remote sensing collaboration [J]. Journal of Geo-information Science, 2020, 22(4): 731–742.
- [10] Zhu X K, Hu R F, Zhang C, et al. Does Internet use improve technical efficiency? Evidence from apple production in China [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, 166: 1–11.
- [11] Park D H, Kang B J, Cho K R, et al. A study on greenhouse smart farm system based on wireless sensor [J]. Wireless Personal Communications, 2011, 56: 117–130.
- [12] Sravani V, Santhosh K V, Bhargava S, et al. Design and implementation of a smart controller in agriculture for improved productivity [J]. Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2018, 18(1): 45–51.
- [13] Robertson M J, Llewellyn R S, Mandel R, et al. Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: Status, issues and prospects [J]. Precision Agriculture, 2012, 13(2): 181–199.
- [14] 王亚华. 立足国情农情走出中国特色乡村振兴之路 [J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(9): 1–8.
Wang Y H. Road to rural revitalization with Chinese characteristics based on China's agricultural conditions [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020, 41(9): 1–8.
- [15] Wei H K, Han L. Prospects of China's agricultural development [J]. China Economist, 2016, 11(4): 46–67.
- [16] 孙传恒, 于华竟, 徐大明, 等. 农产品供应链区块链追溯技术研究进展与展望 [J]. 农业机械学报, 2021, 52(1): 1–13.
Sun C H, Yu H J, Xu D M, et al. Review and prospect of agri-products supply chain traceability based on blockchain technology [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2021, 52(1): 1–13.
- [17] 余东华. “十四五”期间我国未来产业的培育与发展研究 [J]. 天津社会科学, 2020, 3(3): 12–22.
Yu D H. The cultivation and development of China's future industries during the 14th Five-Year Plan [J]. Tianjin Social Sciences, 2020, 3(3): 12–22.