

郭婷,罗瑞,任妮,等. 国际视角下我国智慧农业科技创新发展的启示[J]. 江苏农业科学,2024,52(20):1-10.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.20.001

国际视角下我国智慧农业科技创新发展的启示

郭婷¹,罗瑞¹,任妮¹,贵淑婷¹,符晴雅²

(1.江苏省农业科学院农业信息研究所,江苏南京,210014;

2.中国热带农业科学院科技信息研究所/海南省热带作物信息技术应用研究重点实验室,海南海口571101)

摘要:智慧农业是未来农业的发展方向,也是我国农业新质生产力的重要体现。对比分析发达国家智慧农业的发展特点和经验,探索适合我国国情的智慧农业发展任务与对策建议,对我国智慧农业高质量可持续发展具有重要意义。从政策环境、产业现状、科技创新发展等方面深入分析全球智慧农业发展现状,并通过剖析美国、荷兰、日本等国外发达国家的典型案例,研判出我国智慧农业科技创新发展存在的主要问题;在此基础上,从高精度的农业环境感知设备、适应力强的农业智能机器人、以数据为核心的算法开发与利用、场景化应用的落地与推广4个方面阐述了我国智慧农业科技创新发展的重点任务,并从科技成果推广落地、标准建设和数据治理、资源共享共建共用和专业人才队伍建设方面提出对策建议。

关键词:智慧农业;科技创新;国际视角;重点任务;数字经济

中图分类号:F323.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)20-0001-09

“洪范八政,食为政首。”古往今来,粮食安全都是治国安邦的首要之务。我国人口众多,如何利用有限的资源解决好吃饭问题是头等大事。随着我国农业生产水平的提升和“三农”改革工作的深化,农业领域的各种风险和结构性矛盾也在持续聚集。一方面,我国城镇化进程持续推进,粮食安全进入一个新阶段:居民食品与农产品消费趋于饱和,食品结构不断丰富,农产品供需的结构性、时空性矛盾加大;另一方面,我国人多地少,人口老龄化趋势明显,且农业生产面临着资源和环境的约束,生产方式亟需转变。在未来,“谁来种地”“如何种地”“怎样种好地”的问题日渐突出。当下,以数字化、智能化为特征的新一轮工业革命蓬勃兴起,人工智能、物联网、云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术与农业农村加速融合,推动我国农业向智慧农业迈进。智慧农业是现代农业的高级形式,以数据、系统、智能装备为特征要素,与传统农业中的土地、动植物、生产工具等生产要素深度融合,实现

生产作业精细化、管理决策自主化、产业提升链式化,促进农业进入生产便捷、管理高效、产业协调的现代农业新时代,是解决我国“三农”现实问题的重要方式。

近年来,我国积极部署智慧农业发展方向。2018年,中共中央、国务院印发《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》,提出要“大力发展数字农业,实施智慧农业工程”。2019年,《数字乡村发展战略纲要》文件中作出“打造科技农业、智慧农业”的战略部署。2022年,中央网信办、农业农村部等10个部门联合印发了《数字乡村发展行动计划(2022—2025年)》,明确提出“智慧农业创新发展行动”,以加快推动智慧农业发展。我国智慧农业的工作部署呈现多维度、全方位的特征,但发展水平距离欧美日韩等发达国家仍有较大差距。本研究立足全球,利用网络调研、文献计量、统计分析等方法,梳理国际智慧农业产业发展现状、发展趋势,剖析该领域的技术方向、成功经验,分析我国智慧农业与发达国家之间的短板差距与存在的问题,提出“十五五”期间智慧农业科技创新的重点任务与对策建议。

1 智慧农业发展现状

1.1 国内外智慧农业政策支持现状

1.1.1 国外政策逐渐丰富与细化 20世纪80年代,“精准农业”构想被提出,这是美国等经济发达

收稿日期:2024-10-08

基金项目:海南省热带作物信息技术应用研究重点实验室2023年度开放基金(编号:ZDSYS-KFJJ-202309)。

作者简介:郭婷(1992—),女,河南南阳人,硕士,助理研究员,从事农业科技情报研究。E-mail:guoting@jaas.ac.cn。

通信作者:符晴雅,研究实习员,从事热带农业科普与新媒体研究。E-mail:afuqingy@163.com。

国家在 20 世纪 80 年代末期继 LISA(低投入可持续农业)后,为适应信息化社会发展要求对农业发展提出的一个新的课题^[1-2]。此后,全球范围内,欧美日韩等发达国家与地区高度关注智慧农业的发展。近年来,欧美日韩等发达经济体在智慧农业进行了多方面的部署,指导方向具体且明确。美国相关战略、计划将农业作为人工智能优先应用发展的领域,资助农业人工智能科技的中长期研发,并突出农业人工智能、自动化与遥感技术应用的重要性^[3-5];英国提出未来将支持农业中的智慧技术和精准方法^[6];欧洲的《农业 4.0 计划》表示智慧农业是未来欧洲农业的发展方向,欧盟《共同农业政策》明确指出要适应数字时代,以数字化促进农村现代化,并启动了系列智慧农业落地项目^[7-9];法国在《农业数字化路线计划》提出数字技术是法国未来 5 年农业发展的重点,并且还关注到了农业机器人的开发与应用^[10];日韩期待用实际的信息技术手段解决农业生产应用的问题,提升农业生产效率,如开发植物工厂、智能农场等^[11-13]。

1.1.2 我国政策红利不断释放 2005 年,中央一号文件首次提出要加速农业信息化建设,自此之后,每年我国中央一号文件中均有涉及推动智慧农业发展的相关内容,提到“精准农业”“智慧农业”“农业信息化”等关键词^[14]。2012 年,中央一号文件指出要全面推进农业农村信息化,着力提高农业生产经营、质量安全控制、市场流通的信息服务水平;2015 年,文件将农业现代化列为首要议题,农业数字化是其中的重点领域;2021 年,文件提出发展智慧农业,建立农业农村大数据体系,推动新一代信息技术与农业生产经营深度融合;2022 年,政策明确指出要以大数据和互联网为支撑,加速数字农村的发展,进一步推进智慧农业。近年来,除中央一号文件外,农业农村部、网信办、发改委等国家级多部门都出台了有关推进智慧农业的政策文件,地方政府也在国家政策的指导引领下对本地智慧农业开展了差异化的发展探索。从政策出台的部门来看,智慧农业不仅仅是农业领域的关键议题,还事关产业改革发展和信息工程技术;从政策内容来看,智慧农业未来应该如何发展,国家和地方政府的顶层设计也逐步从模糊走向清晰。推进智慧农业发展,在未来需要关注农业大数据的应用;要大力推广智能农机的应用、引导设施装备改革升级;要打造数字农业工程,推动数字技术和农业产业深

度融合,推进农业全产业链的数字化转型。

1.2 国内外智慧农业产业发展现状

1.2.1 全球市场规模不断扩大,我国市场规模增长明显 全球智慧农业行业发展态势迅猛,呈现蓬勃发展的趋势。根据北京研精毕智信息咨询有限公司调研提供的数据显示,截至 2021 年末,全球智慧农业市场规模接近 150 亿美元,比上年同期增长约 20%,到 2022 年,市场总规模达到了 170 亿美元,较 2021 年末提升约 13.3%。与全球市场相比,当前我国智慧农业行业处于发展的初级阶段,在政策倾斜与技术发展的双重驱动下,国内开始大力发展智慧农业,市场规模呈现逐年增长的态势。根据中国情报网提供的数据(图 1)显示,2022 年,我国智慧农业市场规模约为 743 亿元,同比增长 8.5%,增长趋势良好。在良好的市场发展前景下,京东、阿里、华为、腾讯、百度、美团等头部科技公司逐步向智慧农业领域下沉。华为以海水稻为突破口,积极布局智慧农业,一是提供先进的智慧农业技术系统和应用;二是与其他农业大数据公司开展合作,形成具体的解决方案^[15]。

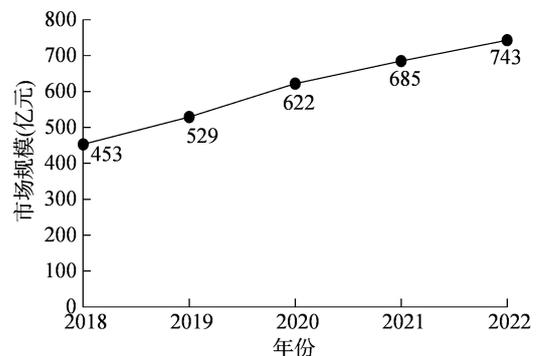


图1 我国智慧农业市场规模

1.2.2 发达国家农业数字化水平高,我国农业数字化转型初见成效 近年来,我国农业数字化转型稳步推进,数字技术在农业领域的渗透率不断提升。据中国通信院测算,近年来,我国第一产业数字经济渗透率呈现逐步上升的趋势(图 2),这意味着我国在农业产业的数字经济发展呈现稳步增长态势。随着数字乡村建设进一步推进,2020 年国家相关部门在全国范围内部署了 121 个数字乡村试点,建设了 11 个农业物联网示范省、102 个数字农业试点项目,分 4 批认定全国农业农村信息化示范基地 316 个,在全国开展了苹果、大豆等 6 个品种的全产业链大数据建设试点,数字农业建设试点深入推进。而经济发展水平较高的国家农业数字化转型起步早、

技术应用强、发展改革成效显著,与之相比,我国的农业数字化转型仍然有较大差距。如图3所示,以2020年数据为例,高收入国家的农业数字经济占比已经达到12.5%,而我国仅8.9%,直至2022年也仅到达10.5%,存在明显差距。

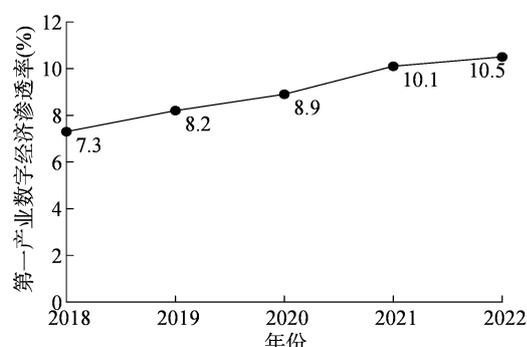


图2 我国第一产业数字经济渗透率

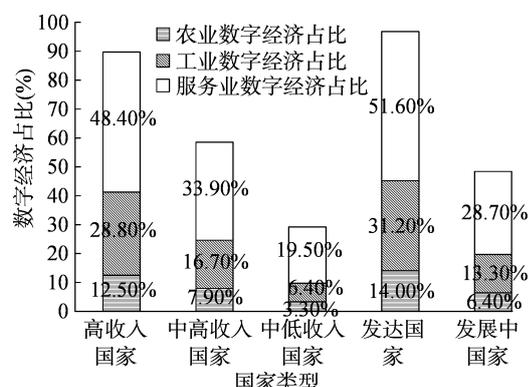


图3 2020年全球产业数字经济占比

1.2.3 国外优质高端产品多,我国关键核心技术自给不足 当前,我国智慧农业领域虽然有一定的研究基础,但是关键核心技术仍然受制于人,领域内的优质核心产品仍然依赖进口。传感器是农业信息之源,在农业传感器领域,感知元器件、高端农业环境传感器、动植物生命信息传感器、农产品品质在线监测设备等相关技术被美国、德国和日本等国家垄断。我国中高档传感器产品几乎100%从国外进口,90%的芯片依赖国外,自主研发的传感器数量不到世界的10%且性能普遍低于国外同类产品^[16-17]。算法是智慧农业的决策大脑,在农业数字模型与模拟、农业认知计算与农业知识发现、农业可视交互服务引擎等技术、算法、模型方面,美国、荷兰、以色列、日本等国家处于国际领先地位。国内自主研发的动植物模型与智能决策准确性低,且大多是时序控制,而非按需决策控制^[17]。

1.3 国内外智慧农业科技创新发展现状

1.3.1 全球及我国智慧农业均已进入快速发展阶

段,我国起步虽晚但发展迅速 作为一种现代化的农业生产模式,智慧农业发展方兴未艾,其发展历程可大致分为以下3个阶段(图4):

第一阶段:萌芽期(1970—1988年)。智慧农业起源于农业信息化,早期农业领域信息技术方面的研究是智慧农业研究的基础^[18]。在20世纪70年代至80年代末,各国政府通过推广计算机和网络技术等方式促进农业信息化的发展,以美国为代表的欧美国家率先开始了农业信息化的应用研究,相关技术主要是农业信息系统和专家系统,其中农业信息系统用于管理农业生产和市场信息,专家系统则用于支持农业决策和问题解决^[19]。

第二阶段:缓慢发展期(1989—2010年)。在20世纪80年代末至21世纪初,随着信息技术和互联网的迅速发展,美国率先将全球定位系统(GPS)应用于联合收割机,农业机械发展自此进入智能化控制阶段^[8];在此基础上,集成3S(GPS、GIS与RS系统)技术的精准农业应运而生,相关技术主要是通过实时监测和分析农田、气象、水分、作物等信息,实现农业生产的智能化与精准化,关键技术包括作物生长模型、农田环境监测、智能灌溉、精准施肥、精准植保等^[19]。我国于20世纪80年代才开始启动农业专家系统的研制,虽起步较晚,但萌芽期短、发展步伐快。

第三阶段:快速发展期(2011—2023年)。21世纪10年代至今,随着云计算、大数据、物联网、人工智能、移动互联网等新一代信息技术的发展,“智慧农业”这一概念被提出,并实现了从概念阶段向实际应用阶段转变。智慧农业主要通过传感器、监控设备等实时采集和处理大田作物、设施作物、畜禽、水产等生产数据,利用大数据分析和人工智能算法进行决策支持,实现农业生产的智慧化、智能化与精细化管理,关键技术包括环境与生物信息感知、信息移动互联与农业物联网、云计算与云服务、大数据分析于决策,以及智能农机装备与农业机器人等^[20]。该时期,我国智慧农业发展迅速,与全球同步进入快速发展期,并取得了显著成效。

1.3.2 全球智慧农业科技创新聚焦四大主题领域 11个重点研究方向 全球智慧农业领域的研究分为四大类(图5),分别为“以机器视觉为代表的影像分析与利用技术”“以物联网为代表的智慧监测与管控技术”“以作物模型为代表的数据分析与生长调控技术”“以农业遥感为代表的作物识别与生长

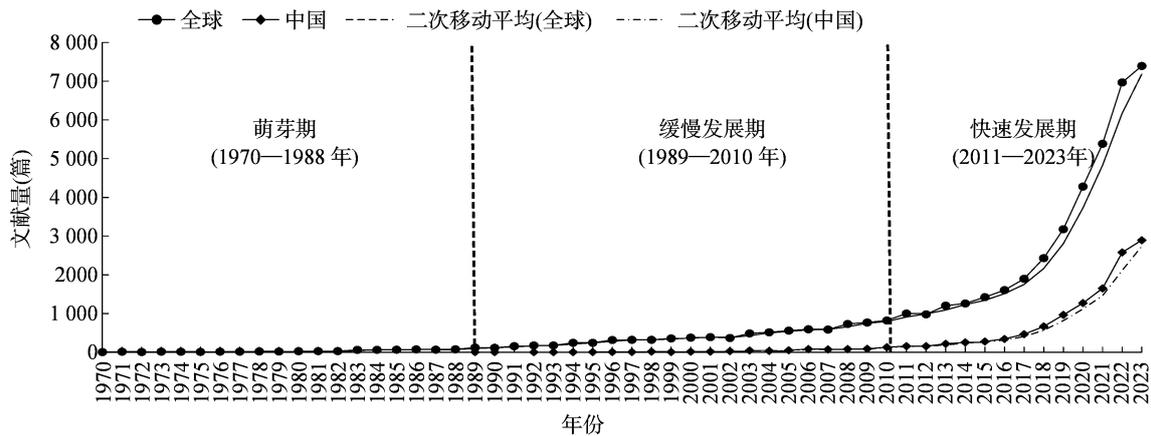


图4 全球及我国智慧农业文献量时间趋势

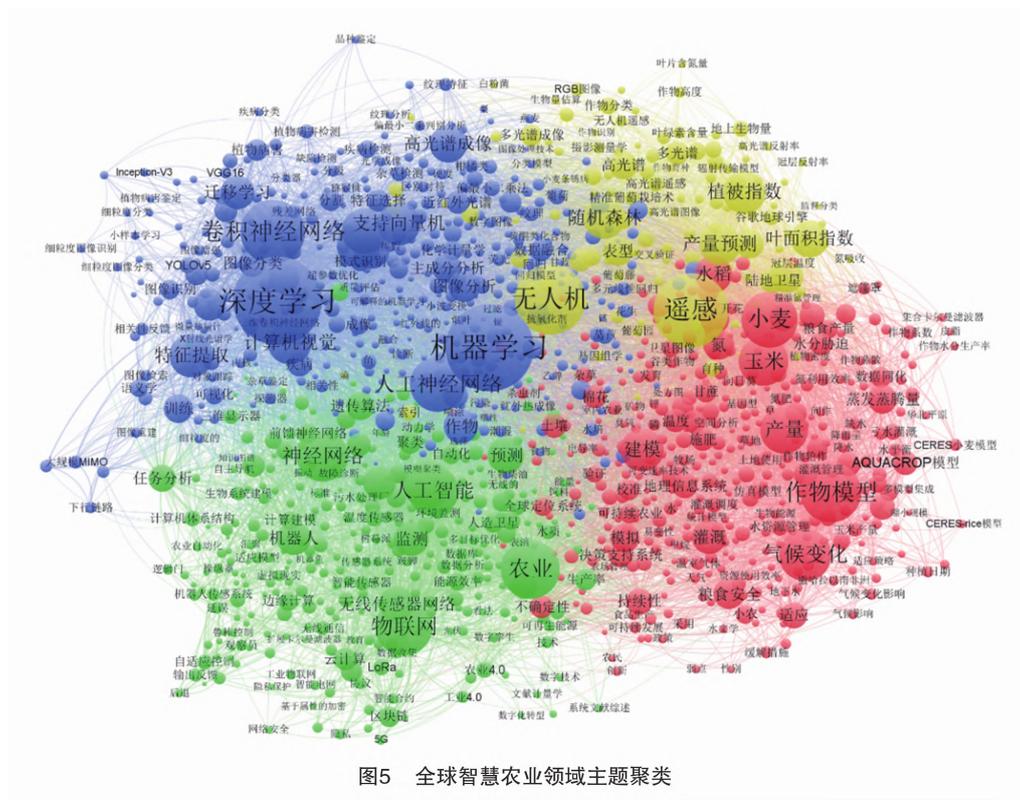


图5 全球智慧农业领域主题聚类

监测技术”，其中“以机器视觉为代表的影像分析与利用技术”是研究重点。

(1)“以机器视觉为代表的影像分析与利用技术”重点围绕高光谱、多光谱、红外光谱、近红外光谱等光谱图像以及可见光图像等影像信息,利用机器学习、深度学习、人工神经网络、卷积神经网络、机器视觉、支持向量机等技术开展农业生物及农产品的图像采集、处理、分析与利用等研究(图6-a)。主要分为基于机器视觉的农产品品质检测技术、基于机器视觉的农业生物特征识别技术、表型组学与数字育种技术3个研究方向,其中基于机器视觉的

农产品品质检测技术是重点研究方向。

(2)“以物联网为代表的智慧监测与管控技术”中大量聚集了人工智能、物联网、大数据、机器人、神经网络等信息技术(图6-b),是现代信息技术在农业领域研究应用的充分体现,围绕农业生产全过程,通过利用现代信息技术开展智慧监测、管理与控制技术研究及设备研发,从而提高农业生产的效率和品质。主要分为农业智能感知与监测技术、农业智能管理与控制技术、农业机器人技术3个研究方向,其中,农业智能感知与监测技术、农业智能管理与控制技术是重点研究方向。

聚焦在“以机器视觉为代表的影像分析与利用技术”“以物联网为代表的智慧监测与管控技术”“以农业遥感为代表的作物识别与生长监测技术”3 个方向,在“以作物模型为代表的数据分析与生长调

控技术”主题领域及表型组学与数字育种技术的研究方向上的发文量均低于美国。(3)除此之外,我国在农业传感器、智能决策模型以及高端农业智能装备等方面还存在明显的技术短板。

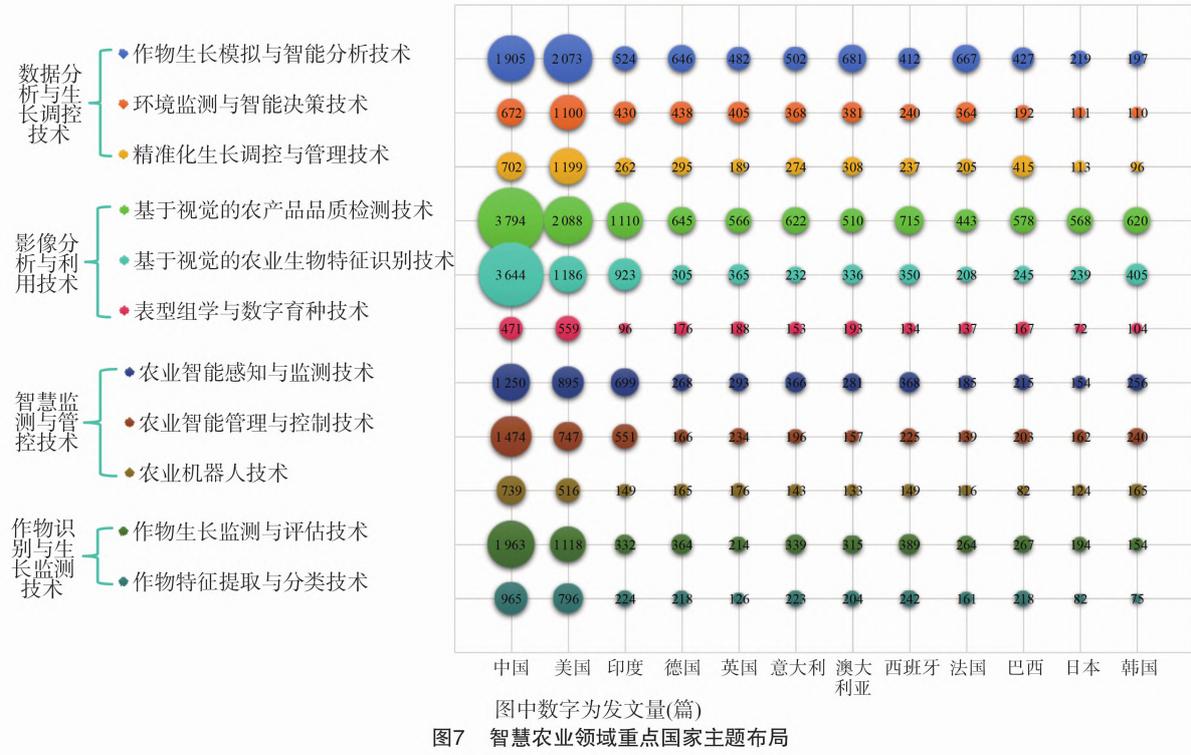


图7 智慧农业领域重点国家主题布局

2 国外智慧农业发展的典型案例剖析

2.1 美国：“大农业”背景下广泛使用信息化技术，走智能化精准农业道路

美国农业的基本特征为“大农业”特征,人力成本高、人均耕地面积广袤。这决定了美国农业需要采用机械化、自动化和智能化手段来降本增效。有数据显示,美国农业生产高度发达,全美从事农业生产的人员不到总人口的 2%,却满足了 3 亿美国人的食物需求,并且出口大量谷类作物^[22]。

从 20 世纪 90 年代开始,美国政府每年拨款 10 多亿美元用于建设农业信息网络,积极将大数据技术、物联网技术、遥感技术和人工智能技术应用到农业领域,推进农业的智能化改造升级。在生产经营环节,美国中西部地区在玉米、大豆、甜菜等经济作物和粮食作物的种植方面广泛使用了物联网技术,实现了从播种、肥水喷施、病虫害防治到收获的全生产流程决策的智能化。美国的大型农场(销售额达到 50 万美元以上)均配备了产量监控器,并结合 GPS、耕种区域地图、作物种类和植物种群等信

息,这类信息被实时传输到系统平台中,经过智能决策,进行实时判断与调控^[23]。随着农业信息化体系建设的日渐完善,涌现了大量的智慧农业企业,反哺于农业生产实践。例如 FarmLogs(现被 Bushel Farm 收购)诞生于硅谷,它是一家基于云平台的生产管理平台类公司,通过大数据和机器学习技术帮助农民掌控农田的变化,最大程度地提升农作物的产量、减少浪费以及提升盈利能力;CropX 也来自美国硅谷,其主要产品是探测土壤参数的硬件,建立土壤物联网,该公司的硬件产品包含的重要传感器有 3 个,分别收集地形信息、土壤结构和含水量^[24-25]。

2.2 荷兰：“有限土地资源”下打造“小而精”的生产模式，走高科技农业发展之路

荷兰位于欧洲西北部,国土面积仅有 4 万多 km²,人多地少,资源匮乏。资源禀赋的先天不足倒逼荷兰从科技创新着手,积极发展高科技农业。据数据统计,荷兰是世界农产品第二出口国,花卉、果蔬出口量排名世界第一,动植物油、肉类、乳制品出口也位居世界前列^[26]。

光照不足、土地资源稀缺,促使荷兰将信息化、

工业化技术与农业生产相结合。其利用 7% 的耕地建立了面积近 17 万亩(1 亩 = 0.066 7 hm²)的现代化温室,占全球温室总面积的 1/4。这类现代化温室配备了先进的光照系统、加温系统、液体肥料灌溉施肥系统、二氧化碳补充装置、机械化采摘系统和监测系统等,保证从生产环节到收获环节的全流程智能、高效、优质^[27]。此外,荷兰在智慧农业的基础上,还先一步关注到了循环农业,注重绿色、生态、可持续,坚持投入减量化、生产清洁化、废弃物资源化和产业模式生态化^[28]。荷兰高度重视土地资源的保护,在土壤耕种时农药化肥使用合理,利用大数据技术、物理方法或生物防治技术保持土壤的有机化,生产绿色食品。并将牧草种植、畜禽养殖、能源生产、微生物培养和加工等有机结合,优化农业产业结构,提升本国农产品在市场上的竞争力,实现高质量现代化发展^[26]。

2.3 日本:“人老地少”条件下开展农业转型,形成集约化精耕模式

在农业产业发展过程中,日本最为显著的两大现象是:农业从业人员平均年龄过高、农业人口持续减少;人均耕地面积极少,且大多是小型田块和山地耕地。根据 2022 年的统计资料显示,日本农业从业者仅剩 116 万,且平均年龄达到 68.4 岁。为了解决上述现象带来的劳动力短缺和农业劳作不便等问题,日本大力发展智慧农业^[25,29]。

在农业基础设施条件方面,日本自 20 世纪 70 年代起开展土地资源整,平整农用土地,并且将农产品依照气候、区域种植,推广农业机械化,形成集约化耕种模式。在科技创新方面,日本致力于使用智慧农业相关技术实现高效精细化种植。在智能机器方面,日本工业优势明显,在人工智能技术的加持下,发展农业机器人,实现作业自动化。如北海道大学和 YANMAR 公司开发的自动行走拖拉机,于 2018 年应用到市场,在 2020 年实现了田间远程监控无人作业,支持农忙季节的抢收抢种;在数据应用方面,日本农林水产省牵头建设 WAGRI 平台,统一收集、存储和组织农业数据,包括气象、土壤、肥料、农药、市场、经营和产量的数据。以该平台为依托,相关部门和机构整合分析无人机、卫星以及传感器等数据,实现降本增效,形成农业生产的良性循环;在智慧农业推广应用方面,日本政府支持产学研合作,搭建智慧农业信息交流平台,致力于解决农业从业人员的生产、验证和应用

难题^[29-30]。

3 我国智慧农业科技创新发展存在的问题

3.1 技术模式化套用多,基础研究创新能力不足

我国智慧农业科技创新成果多,但多为利用成熟的平台设备开展数据分析、模型构建、方法探索等模式化套用研究,在技术上仍存在基础研究和应用模式创新不足、核心农业传感器和高端农业智能装备缺乏、智能算法模型和系统产品不足等问题。目前,感知元器件和应用系统软件依然主要依赖进口,数据采集和处理技术还不成熟,终端远程控制系统、动植物模型与智能决策、表型组学与数字育种存在明显短板,缺乏专门针对我国农户和小地块生产场景及多样化市场的技术产品,难以满足现实需要。

3.2 方法探索多,成果应用落地难

我国智慧农业的研究成果中多是方法技术的点突破,且技术方法停留在研究探索阶段,研究与应用脱节,缺乏生产实践的检验。同时,农业生产环境的复杂性和多变性为智慧农业技术的应用带来了显著挑战;农民年龄普遍偏高,且对于新技术的接受程度和使用能力有限,缺乏必要的科技素养和操作技能,导致新技术难以得到有效推广和应用;一些先进的智慧农业技术设备如传感器、控制器、机器人等价格昂贵,购买及维护成本高,超出了普通农户的承受能力,限制了智慧农业技术的推广范围。

3.3 学科起步晚,人才队伍建设不健全

人才建设是学科建设的核心。在我国,智慧农业学科起步较晚,且交叉学科众多,横跨理工农管艺。当前,农业人才培养层次较为单一,学科培养目标缓慢,难以跟上智慧农业快速发展的时代趋势。懂农业的人不懂信息技术,懂信息技术的人不懂农事操作的现象十分常见。对于既掌握数字化应用技术,又懂得农业生产管理,还了解市场运营的复合型人才尤为缺乏。关于这个学科应该如何建设,培养什么样的科技人才,队伍建设如何开展等诸多问题都存在疑虑。

4 我国智慧农业科技创新发展的重点任务建议

4.1 高精度的农业环境感知设备

农业环境感知设备,如农业传感器设备,是智慧农业发展的基础,是获取农业生产信息的重要渠

道来源。根据检测对象的不同,智能农机装备传感器可以分为农田土壤信息传感器、作物生长信息及病虫害监测传感器、作业环境传感器、农机装备作业参数传感器等^[31]。当前,我国农业智能传感器存在集成化程度低、农业智能传感器的核心元件严重依赖进口和智能化程度不高等问题,应用范围有限。究其根源是我国缺乏农业专用核心控制器、缺乏高端农业传感器的自主研发且缺少农业专用的无线通信网络协议及高精度的智能传感器算法^[32]。相关科研团队需要从上述问题着手,推进高性能农业智能传感器的研制,攻克高端农业传感器难题。

4.2 适应力强的农业智能机器人

美英德日等发达国家的农业智能机器人研发发展迅速,在作物栽培、嫁接、采摘、施药,畜禽饲养、清粪等环节正逐步实现机器人操作,大幅提高了生产效率^[33]。根据数据显示,我国农业机器人需求量在过去5年间一直保持近40%的增长^[34]。在高需求背景下,国产农业机器人也开始活跃在稻田、果园、鱼塘和动植物工厂。近年来,我国空中和地面遥控、自动导航农机产品发展良好,但是距离安全、高性能的田间作业目标还有一段距离。相比于发达国家,我国农业种植规格多、作物品类丰富、整体标准化程度低,欧美农业机器人的大型化、专业化和标准化的使用模式无法照搬照用。相关研发团队需要根据我国国情,研发适用的农业智能机器人,提高农业智能机器人的作业性能,推广落地应用。

4.3 以数据为核心的算法开发与利用

在智慧农业领域,数据、算法和算力是核心要素,尤其在智能决策的背后是依靠数据和算法作为支撑。尽管我国大力发展智慧农业,在领域内也取得了一定的进展,但是算法研发起步晚,还存在诸多“痛点”和“堵点”。首先是算法数据支撑有限,农业生产数据收集与组织尚未常规化和标准化。各地均有建设农业产业大数据平台,但是数据上传不及时,数据标准化不规范。这对于算法开发而言,缺少一线真实数据,不利于模型训练。其次是算法开发不优,美国、荷兰、以色列等国家在农业数字模型与模拟等方面处于国际领先地位,我国距离发达国家差距较大。最后是算法的可复用性不强,尽管近年来国内研究团队致力于开发支撑农业智能决策的模型和算法,但是在其他环节的硬件装备方面还存在数据传导准确性不高、稳定性不强、软硬件

不适配的情况,导致算法落地应用难度大。在未来,需要从数据组织、算法性能和算法应用落地等多方面提升农业智能决策能力^[33,35]。

4.4 场景化应用的落地与推广

发展智慧农业的最终目的是推广应用,但其落地应用除了精准、稳定、低成本的硬件设备以及智能、精准、实时的算法模型外,还需要一套集成度高、标准统一、扩展性强的智能管控与服务平台,以及一套适用于集约化、规模化推广应用的体系、机制和模式。目前国内的智慧农业应用中,有使用一些物联网技术、水肥一体化技术或者生长模型调控算法,但是大多是点上的创新,未形成成熟的、可大面积复用推广的场景式技术解决方案,致使有成果却难推广、难应用。相关科研团队需要将创新成果与应用场景相结合,针对不同的气候特点、设施类型、作物种类和市场定位等,将研发的核心技术与产品进行集成,形成成熟的整体解决方案,推进农业智能化转型。

5 加强智慧农业科技创新发展的对策建议

5.1 以应用为导向,重视科技成果的推广落地

从全球智慧农业的科技创新布局来看,整体而言,我国的科研产出与欧美发达国家相比差距不大,但是实际的产业发展差距却不小。“十三五”以来,国家到地方财政在物联网、大数据、无人农场等智慧农业研究和应用方面持续投入,但落地应用效果很有限,科技创新和应用推广的扎口协同“两张皮”现象屡见不鲜。在未来,建议可以在全国遴选一批综合性示范基地或者示范县区,由不同的科教单位牵头、联合优势企业集中提供长期的技术支持,同时通过创新型项目和工程性项目等多种渠道加强持续性投入,以场景化应用为目标,长期集中力量打造“场景+链式”整体解决方案,让智慧农业可落地、能复制、见收益。同时建立赛马、淘汰、滚动等考核评价机制,推动研究应用的实用性和可持续性。

5.2 加强标准建设和数据治理,推动资源共享共建共用

充分发挥联盟、协会等行业组织的组织、协调、服务和监管作用,重视数据资源、技术产品、市场准入等相关标准规范建设。智慧农业涉及的数据来源广泛,类型多样,相关部门要从顶层谋划设计入手,上下联动,加强农业农村相关数据的收集和整

合,建立健全数据共建共享机制,以共享促共建,实现农业数据的分散建设、集中管理和有条件共享利用。此外,智慧种养如何开展,基层一线也亟需领域专家规范行业标准。建议政府部门联合科教单位和企业制定产业发展的技术标准、市场标准和产品标准文件,指导一线生产实践,助力技术的推广复用,及产品在市场的流通。

5.3 加快培养专业队伍,汇聚形成学科建设动力

全国绝大多数的智慧农业团队起步只有4~5年的时间,且农业领域的信息技术人才极度缺乏,需要在人才、团队培养中打破条条框框,着力打造一批特色与实力兼备的创新团队,重视年轻的生力军团队培养,避免科技资源长期过度集中在少量团队。人才队伍建设不仅仅是要有科技成果,还要关注落地应用,例如智慧农业生产基地的改造升级、智能农机的使用和维护、系统平台的升级和操作等,将科技成果写在大地上。建议继续深化人才管理和科研评价体制改革,探索应用导向的考核评价机制,加大考核科技创新在应用中的投入产出效益的评价比重。鼓励科技人员深入基层、创新创业,推动科技成果转移转化。

参考文献:

- [1] 李安宁,郭京华,刘小伟,等. 赴美国精准农业考察情况报告:中美科技合作交流计划精准农业考察团[J]. 农业工程技术, 2018,38(9):112-117.
- [2] 李江南. 美国、德国和日本循环农业模式的实践、经验及其比较[J]. 世界农业,2017(6):17-22,236.
- [3] 中国科学院科技战略咨询研究院. 美国科学院发布《至2030年推动食品与农业研究的科学突破》[EB/OL]. (2018-09-07)[2024-06-02]. http://www.casid.cn/zkcg/ydkb/kjqykb/2018/kjqykb201809/201809/t20180907_5065759.html.
- [4] 中国科学院科技战略咨询研究院. 美国农业部发布2018-2022财年战略目标[EB/OL]. (2018-03-12)[2024-06-02]. http://www.casid.cn/zkcg/ydkb/kjzcyzxb/2018/201803/201803/t20180312_4972130.html.
- [5] 美国国家科学技术委员会人工智能特别委员会. 美国国家人工智能研究和发​​展战略计划[EB/OL]. [2024-06-02]. <https://aise.ac.cn/filesave/web/426038/426038.pdf>.
- [6] 林巧,聂迎利,杨小薇,等. 英国现代农业发展特征及现行政策规划综述[J]. 世界农业,2018(12):11-15.
- [7] 余福海,萧子扬,彼得·韦恩斯. 脱欧与新冠肺炎疫情叠加冲击后的英国农业政策:变革动力、政策调整与未来走向[J]. 世界农业,2021(5):37-44.
- [8] 朱康睿,宋成校. 智慧农业发展的国际经验及启示[J]. 世界农业,2024(3):43-53.
- [9] 中华人民共和国农业农村部. 欧洲发布未来十年农机产业战略报告[EB/OL]. (2019-10-16)[2024-06-02]. http://www.njhs.moa.gov.cn/qcjhxtjxd/201910/t20191016_6330076.htm.
- [10] 中国科学院科技战略咨询研究院. 法国提出增强农业竞争力的2025计划[EB/OL]. (2015-12-07)[2024-06-02]. http://www.casid.cn/zkcg/ydkb/kjzcyzxb/2015/201512/201703/t20170330_4768504.html.
- [11] 中国科学院科技战略咨询研究院. 日本“战略性创新项目”计划着力开辟新领域[EB/OL]. (2015-05-30)[2024-06-02]. http://www.casid.cn/zkcg/ydkb/kjzcyzxb/2014/201401/201703/t20170330_4767553.html.
- [12] 赵春江. 智慧农业的发展现状与未来展望[J]. 华南农业大学学报,2021,42(6):1-7.
- [13] 中国科学院科技战略咨询研究院. 日本发布农林水产研究创新战略2022[EB/OL]. (2022-09-27)[2024-06-02]. http://www.casid.cas.cn/zkcg/ydkb/kjzcyzxb/2022/zcxkb202207/202209/t20220927_6517812.html.
- [14] 中国通信院. 中国智慧农业发展研究报告[R]. 2021.
- [15] 韩守振,柳洪芳,柳洪德. 智慧农业的发展现状与研究[J]. 现代化农业,2022(2):42-45.
- [16] 2016年中国智能传感器市场分析[J]. 电子世界,2016(6):5-6.
- [17] 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.
- [18] 任妮,郭婷,孙艺伟,等. 全球智慧农业领域研究态势分析[J]. 农业图书情报学报,2021,33(9):48-63.
- [19] 智慧农业的发展历程[Z/OL]. [2024-06-03]. <http://www.whxiot.com/1891.html>.
- [20] 聚英电子. 四大挑战,五大关键技术,如何为大田作物智慧种植披荆斩棘[Z/OL]. (2023-10-24)[2024-06-03]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1780612606598908129&wfr=spider&for=pc>.
- [21] 任妮,郭婷,孙艺伟. 全球智慧农业发展对我国“十四五”学科布局的启示[J]. 农业科技管理,2021,40(1):1-4.
- [22] 农业行业观察. 的确牛!美国大农场模式,这9大趋势正改变世界农业[Z/OL]. (2023-11-17)[2024-06-02]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1782777650890454896>.
- [23] 关金森. 外国“智慧农牧业”的做法与经验[J]. 农业工程技术,2018,38(15):59-75.
- [24] 智慧农业物联网. 美国“智慧农业”带动农业产业链实现全新变革[Z/OL]. (2022-01-25)[2024-06-02]. <https://www.iiotworld.com.cn/html/News/202201/cc9352afe46ad1c.shtml>.
- [25] 他山之石:国外智慧农业借鉴[J]. 中国农村科技,2018(1):47-48.
- [26] 刘彦,张晓敏. 荷兰怎样发展高效生态农业[N]. 学习时报,2021-11-19(2).
- [27] 云南农业农村厅市场与信息化处. 荷兰农业五大经营模式[J]. 致富天地,2020(2):20-21.
- [28] 毕松杰,陈耀. 全面推动农业农村现代化发展[N]. 江门日报,2022-05-19(A6).

杜浦,杨丹旭,时雅婷,等. 借鉴国际经验 加快我国智慧农业发展[J]. 江苏农业科学,2024,52(20):10-17.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.20.002

借鉴国际经验 加快我国智慧农业发展

杜浦,杨丹旭,时雅婷,蔡宇通
(河北金融学院经济贸易学院,河北保定 071051)

摘要:在全球农业现代化进程中,智慧农业已成为主流趋势。我国智慧农业虽发展迅速且成效显著,但与国际农业强国相比,尚存在着各方面的不足。而欧美各国在智慧农业上领先全球,其发展经验值得中国借鉴。我国智慧农业虽在政策支持下取得较好成果,但仍面临技术研发推广瓶颈、数据安全隐患保护挑战及政策执行与资源整合困难等劣势。因此,为推动我国智慧农业发展,应强化国际经验借鉴:在技术创新上,加强物联网技术研发应用,推广大数据与云计算技术;完善政策体系,加大支持力度,加强国际合作交流;推动农业企业转型升级,发挥市场机制作用,促进可持续发展。研究通过整理、分析和总结国际上农业强国推动智慧农业发展的先进经验和做法,能够为我国智慧农业的高质量发展提供经验总结和整体借鉴。

关键词:智慧农业;国际经验;农业产业升级;经验借鉴;中国

中图分类号:F323.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)20-0010-08

智慧农业是指将新一代信息技术应用于传统农业中并互相融合,运用物联网、云计算、大数据、人工智能等现代信息技术对农业生产全过程的智能化感知、数字化表达、科学化管理,最终实现农业生产精准化、农业管理精细化、产业管理高效化和农产品质量可追溯化,从而提升农业产业生产体系的效率和资源利用率。

近年来,我国智慧农业发展迅速,政策扶持力度加大,科技创新成果不断涌现。各地纷纷建设智慧农业示范园区,推动农业信息化、智能化水平不断提升。我国智慧农业广泛应用新一代信息技术,包括计算机互联网、人工智能(AI)、物联网、音视频技术,以此实现产业远程控制、灾害预警和技术引

领等智慧化管理。然而,与国外智慧农业发展相比,我国仍处于产业发展起始阶段。国外智慧农业起步较早,已形成较为完善的智慧农业产业体系。如欧美等发达国家在精准农业、智能农机装备、农业物联网等领域都具有明显的技术优势。尤其是国外还注重通过政策引导和市场机制推动智慧农业的发展。未来,随着信息技术的不断发展,国外智慧农业发展呈现出以下趋势:首先,技术创新加速。随着物联网、大数据、人工智能等新技术不断融入智慧农业领域,推动了技术创新和应用突破。其次,产业链整合优化。智慧农业将促进农业产业链各环节的深度融合和协同发展,呈现与工业、服务业等领域的跨界融合,实现农业生产全过程的优化升级。最后,产业发展将趋向绿色可持续发展。智慧农业会更加注重资源节约、环境保护和生态平衡,推动农业绿色可持续发展。尽管智慧农业发展前景广阔,但仍面临一些挑战,包括技术研发

收稿日期:2024-09-05

基金项目:河北省社会科学基金(编号:HB21YJ032)。

作者简介:杜浦(1979—),男,河南周口人,博士,讲师,研究方向为数字经济。E-mail:332101117@qq.com。

[29]张志友,贾国强. 日本智慧农业对中国的借鉴和参考[J]. 农业工程技术,2024,44(2):9-11.

[30]胡鹤鸣,王应宽,李明,等. 日本以农协为主推进智慧农业发展经验及对中国的启示[J]. 农业工程学报,2024,40(8):299-310.

[31]刘羽飞,何勇,刘飞,等. 农业传感器技术在我国的应用和市场:现状与未来展望[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2023,49(3):293-304.

[32]颜瑞,王震,李言浩,等. 中国农业智能传感器的应用、问题

与发展[J]. 农业大数据学报,2021,3(2):3-15.

[33]赵春江. 智慧农业的发展现状与未来展望[J]. 科学大观园,2024(9):30-37.

[34]芥末堆. 赵春江院士:我国农业机器人需求量保持38.6%的增长[EB/OL]. (2023-08-31)[2024-06-02]. <https://news.qq.com/rain/a/20230831A08F2B00>.

[35]袁威. 智慧农业为何需要算法创新[EB/OL]. (2023-07-28)[2024-06-02]. https://theory.gmw.cn/2023-07/28/content_36728469.htm.