

专题报道

对我国智慧农业发展的思考

王萌¹, 刘爽², 张江丽^{1*}

(1. 中国农业科学院科技管理局, 北京 100081; 2. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘要:【目的】随着经济社会不断发展和现代化信息技术在农业上的广泛应用, 世界农业逐步迈入智慧农业新阶段。人工智能系统、数据采集系统、高性能传感器、无人机等关键领域创新成果大量涌现, 有力支撑了智慧农业的快速发展。智慧农业将引领农业快速实现网络化、数字化和智能化, 是一场农业上的新技术革命。【方法】通过系统研讨智慧农业的定义与技术特点, 智慧农业与互联网、物联网、遥感、人工智能、5G 技术等核心关键技术的发展现状和融合趋势, 文章对国内外智慧农业发展现状等进行分析, 在此基础上对我国发展智慧农业的规划、基础条件建设和人才培养提出建议。【结果】当前我国发展智慧农业存在几个影响深远的短板: (1) 专业人才严重缺乏, 人才队伍建设与产业需求有较大不适应, 严重制约智慧农业的发展。(2) 农村基础设施落后, 难以满足产业对智慧农业的巨大需求。(3) 智慧农业科研体系不够健全, 难以实现农业技术突破和转换成智慧农业的生产力。【结论】对我国发展智慧农业的建议主要包括: (1) 科学做好顶层规划设计, 为智慧农业快速发展提供政策和技术保障。(2) 加快推进农业基础设施建设。综合运用政府支持、财政投入、民间资本投入等方式, 加大对农村信息传输基础设施建设支持力度。(3) 加快人才队伍建设。建立健全技术培训机制, 培养一批具专业素养的农业技术人才, 促进专业技术人员交流协作, 加快实现智慧农业交叉融合水平。

关键词: 智慧农业; 现代信息技术; 技术融合; 发展现状; 策略

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20200306

0 引言

我国是世界农业起源中心区之一, 早在“旧石器时代”, 就开始有原始人类生活在我国, 但当时人类的谋生手段主要是采集和狩猎, 尚未有农业产生。到了“新石器时代”, 随着社会的发展, 饥饿迫使人类打开了农业萌芽的大门。随后, 人类的采集活动转变成了原始种植业, 狩猎活动转变成了原始畜牧业^[1]。至此, 我国开始了真正意义上的原始农业。

在 1300 多年的奴隶社会时代, 农业尚属于粗放农业阶段; 随着社会制度逐渐迈入封建社会, 粗放农业也逐渐向精耕农业转变, 即传统农业开始, 该时期最典型的特点就是

收稿日期: 2020-04-10

第一作者简介: 王萌(1980—), 博士、助理研究员。研究方向: 农业科研成果培育和管理。Email: wangmeng01@caas.cn

* 通信作者简介: 张江丽(1979—), 硕士、副研究员。研究方向: 农业科技管理。Email: zhangjiangli@caas.cn



精耕细作、农牧结合和利用自然环境条件来生产经营。

19 世纪工业革命兴起后，人类开始进入现代农业时期。现代农业需要较高的技术支持，主要特点是机械化、科学化、智能化、高效化和商业化，具体而言即利用机械代替手工劳动，将先进科学技术应用到生产中，采用先进制度进行管理使得生产效率更高，利用市场作用分配资源等。对于农业研究而言，现代农业已涉及到太空育种、基因工程、品种改良、水肥一体化、绿色综合防治、设施栽培、贮藏保鲜、精深加工增值等技术领域^[1-2]。

随着现代农业的不断进步，现代信息技术也飞速发展，计算机与网络技术、物联网技术、音视频技术、无线通信技术等现代技术逐步完善、广泛应用，农业已具备实现可视化远程诊断、远程控制、灾变预警等智能化管理功能^[3]。至此，现代农业又开始迈向了智慧农业新阶段。

1 智慧农业的定义与技术特点

智慧农业是现代农业发展的高级阶段，指充分应用现代信息技术成果，实现农业生产的智能化发展。具体而言，即运用现代计算机技术、互联网技术、物联网技术、人工智能和遥感技术等，在农业生产中利用传感装备（如环境温湿度、温室气体和成像）和无线通信网络等，实现农业生产的智能感知、预警、分析等功能，使农业生产更“智慧”。智慧农业是科技创新与农业产业的深度融合，引领农业进入网络化、数字化和智能化，是一场农业上的新技术革命^[3-4]。智慧农业的主要技术特点包括监控功能、监测功能、实时图像与视频结合监控功能等^[5-7]。

2 智慧农业与各种技术的融合

2.1 互联网技术与智慧农业

互联网技术为智慧农业的发展提供了可能。在农业生产、销售等环节，可借助互联网技术实现农作物生产参数获取、检测及产品销售的智能化，根据大数据分析市场需求，反过来指导农作物生产种类的选择，使农业活动更加智能化。在农业中的具体应用，如利用互联网技术，可在温室大棚远程监控农作物的生长情况，通过手机直观地观察农作物不同生育期的生长态势，并根据反馈数据进行不同的管理措施等。但目前互联网+智慧农业在实际生产中的运用还有限，大多数地区仍是以传统生产方式为主^[8-9]。

2.2 物联网技术与智慧农业

物联网技术主要包括气象环境信息检测系统、土壤墒情监测与远程灌溉控制和可视化监控系统等，通过先进仪器，如温湿度传感器、pH 传感器、光照传感器等，对温室环境进行实时监控，分析数据并得出相应策略，促进农作物的健康生长，提高经济效益。在农业中的具体应用，如通过物联网监控系统，在线远程观察农作物苗情生长情况，根据土壤和环境温湿度数据，实现自动灌溉、病虫害防治等功能。物联网技术改变了传统的农业生产模式，可为农作物种植和生长提高精准数据，是发展智慧农业的基础和关键



2020年6月

技术之一。智慧农业是物联网技术在农业应用上的高级阶段^[10-12]。

2.3 遥感技术与智慧农业

遥感技术是一种大数据分析技术,通过收集农作物生长发育期的环境数据,包括地块土壤、水肥、温湿度、病虫害、产量等在时间和空间上的差异,进行分析处理,对农作物耕种、管理和收获等做出指导性决策,以便获得更好的经济效益。遥感技术还可以通过电磁波的固有特性,分析目标的几何信息和物理属性,同时根据光谱信息,进行空间的定性 & 定位分析,从而提供大量的田间时空变化信息^[11, 13-14]。遥感技术在智慧农业中应用广泛,如农作物种植面积监测与制图、产量预测、农业灾害监测与预报、精细施肥与灌溉、土地资源遥感以及作物生态环境信息监测等,可以说,遥感技术已成为人们识别地物和环境要素的主要方法,是发展智慧农业的有效技术手段^[14-16]。遥感技术在农业中的具体应用包括,利用卫星遥感技术可以对某区域某种农作物的生长长势和产量进行分析 & 预测;也可以对大田的杂草种类、杂草生长区域和密集程度等进行识别,有利于管理部门调整相关决策。随着空间信息技术的日益发展和完善,遥感技术将得到迅速发展,为实现智慧农业的全面感知和智能处理提供技术支撑。

2.4 人工智能与智慧农业

人工智能是指模拟人的意识、思维规律和学习、思考等过程,是能够和人一样感知、认知、决策、执行的人工程序或系统,如智能采摘机器人、气候灾难智能预警等。在农业上,人工智能主要涉及土壤与病害检测、图像识别与处理、模式识别等技术领域,有效提高了劳动生产率^[17-18]。在农业中有如农耕机器人可以自主喷洒农药和除草,采果机器人代替人工快速采摘水果等具体应用。

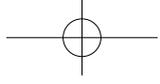
智能机器人、智能监测和诊断系统、智能节水灌溉系统、智能农业物联网、智能预测和管理系统的应用,是智慧农业未来的发展方向。随着我国农业建设和人工智能技术的不断深入发展,人工智能技术将更切实地应用于农业领域,有利于促进智慧农业的早日实现^[19-20]。

2.5 5G 技术与智慧农业

第5代移动通信技术,简称5G技术,其优势主要在于信息传输速度快。我国于2019年正式进入5G时代,但5G技术有待于进一步发展。5G技术的运用让智慧农业发展更加切实可行^[21]。在“5G+智慧农业”发展中,先进设备和农业活动相结合,利用5G高带宽、低延时、广接入等特点,在作物种植、田间科学管理、农产品安全监测与追溯等方面会更加智能化、更加精准、更加高效^[22]。5G技术在农业中的具体应用包括,如利用5G技术优势,可健全农产品电子商务平台体系,农村的农产品网上渠道更加开放,农民可以成为电商直接在网上进行农产品直播销售,缩短了从生产到销售的距离。

3 国内外智慧农业的发展现状

智慧农业是世界未来农业发展的趋势,国内外在智慧农业相关领域推出了一系列发展计划。在国外,美国正走向智慧农业,计划到2020年底实现每个农场都拥有50台



物联网设备^[3, 23]；2017年欧洲提出和确定了将智慧农业作为欧洲农业未来的发展方向^[3, 23]；2019年欧盟进行“智慧乡村”试点建设^[24]，24个成员国在2019年签署了关于“欧洲农业和农场地区的智能化可持续数字未来”的合作宣言，以促进和加快欧盟农村地区的数字化转型^[24]；加拿大的发布报告中计划未来5~10年内要将传感器、农业机器人、机械化农场网络等技术纳入生产应用^[3, 23]；2014年日本启动“创造计划”来发展智慧农业^[3, 23]；英国发展智慧农业并已在农场小规模实现了全程机器人化农业；韩国在2019年发布未来农业科技战略，推动智能农村技术的示范推广，这些技术包括了云计算、信息通信技术、人工智能和5G技术等^[24]；德国致力于智慧农业“数字化”发展，利用其工业制造的优势，在德国软件、德国机械制造、德国企业“365FarmNET”等与智慧农业相关的机械技术研发上走在了世界前列^[6]。

在我国，近年已出台关于智慧农业发展的系列文件，如《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》指出要“加强农业与信息技术融合，发展智慧农业”，2016年发布的《“十三五”国家科技创新规划》和2018年发布的《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》，均指出要促进智慧农业的发展^[3]。可见，发展智慧农业已成为我国重要的国家战略之一。目前，智慧农业在我国已初具规模，部分标准化技术应用也逐渐成熟。部分省份已能对自身农业资源进行全面监测，并将实时数据及时上传至相关管理部门。但发达国家具备相对先进的智慧农业信息化技术以及设备，在技术理论和硬件设施上比我国更有优势。发达国家利用先进的卫星技术对自身农业资源进行全面监测，通过卫星网络的数据传输、处理和分析，相关部门以此为依据进行科学规划，为智慧农业生态环境发展提供了良好的基础^[25-26]。

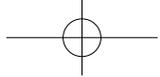
4 我国发展智慧农业的思考与建议

4.1 我国发展智慧农业存在的问题

(1) 专业人才缺乏，技术熟化程度和交叉融合应用不够。发展智慧农业涉及较多精密仪器，如遥感高光谱设备、智能检测仪器、数据传输系统等，需要专业人员进行仪器操作和管理；同时，对仪器操作及原理较为熟悉的专业人员，可能欠缺一定的农业科技知识，这使得如何将专业技术成功应用到农业活动中变得更加困难。目前我国在这方面的人才队伍建设不够，特别在农村更是匮乏，难于适应智慧农业发展的需求。

(2) 农村基础设施落后，信息化水平不足。由于前期资金投入不足和地方政府不够重视等原因，当前我国农村基础设施建设普遍滞后，特别是涉及农业机械化和信息化的设备，与发达国家有较大差距。此外，我国农业信息应用和数据分析平台不够完善，所采集的信息量仍未能满足智慧农业生产的需求。

(3) 智慧农业科研体系不够健全。我国虽然重视智慧农业发展，但目前仍处于初级发展阶段，智慧农业科研体系尚未完善，“产—学—研—推”衔接有待加强，科研型企业的发展重视程度和自身研究能力不足，仅依靠少数科研机构的合作和成果转化，难以实现农业技术突破和转换成智慧农业的生产力。



2020年6月

4.2 我国发展智慧农业的几点建议

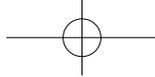
(1) 科学规划,做好顶层设计。我国是农业大国,发展智慧农业是我国社会发展的需要。智慧农业是一场高科技革命,是一个完整复杂的农业系统工程,需要多部门、多领域和多学科的交叉和集成,需要一个长期的成长过程,必须科学谋划,做好顶层设计。要立足各地农业生产现状,从政策层面制定智慧农业发展战略,加大扶持力度,管理部门、科研院所和企业等需形成技术战略联盟,实施多学科协作创新,为智慧农业快速发展提供政策和技术保障。

(2) 加快推进农业基础设施建设。加大政府扶持力度,制定相关补贴政策、金融政策等,对智慧农业相关设备和产品等进行资金支持;加快农村信息传输基础设施建设,建立发达的数据通信系统,为农业大数据和农业智能化生产提供基础设施保障。

(3) 加快人才队伍建设,建立健全技术培训机制。智慧农业的核心内容之一是信息化和机械化,涉及众多关于智能化装备、移动互联网、物联网、光谱成像、作物生长模型、云计算、大数据处理等高尖端仪器设备,因此,发展智慧农业需要坚实可靠的技术支持,需要培养一批具专业素养的农业技术人才。同时需建立健全技术培训机制,除了在高校设置课程进行专业人才培养外,还需在社会上进行职业化培训,提高专业技能在农业中的交叉融合与实际应用能力,整体提高农民和管理者的农业素养,适应和促进智慧农业的发展。

参考文献

- [1] 赵志军. 中国农业起源概述. 遗产与保护研究, 2019, 4(1): 1-7.
- [2] 薛福荣. 我国农业现代化的特点和发展出路. 甘肃农业, 2010(5): 65-66.
- [3] 赵春江. 智慧农业发展现状及战略目标研究. 智慧农业, 2019, 1(1): 1-7.
- [4] 王丽. 智慧农业背景下农业全产业链发展路径探索. 农业经济, 2018(4): 6-8.
- [5] 杨大蓉. 中国智慧农业产业发展策略. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 1-2.
- [6] 张文瑞. “互联网+”背景下我国智慧农业发展路径探析. 农村金融研究, 2018(4): 72-76.
- [7] 韩楠. 我国发展智慧农业的路径选择. 农业经济, 2018(11): 6-8.
- [8] 廖先莉, 唐琳, 刘星月, 等. 互联网+背景下我国智慧农业的发展策略. 农业与技术, 2020, 4(7): 29-35.
- [9] 冯敏. 互联网+智慧农业—打造现代农业新思维. 智能建筑, 2018(9): 46-50.
- [10] 彭程. 基于物联网技术的智慧农业发展策略研究. 西安邮电学院学报, 2012, 17(2): 94-98.
- [11] 董森. 物联网与智慧农业发展探讨. 现代农业科技, 2016(14): 338-340.
- [12] 李道亮. 物联网与智慧农业. 农业工程, 2012(1): 9-15.
- [13] 蒙继华. 卫星遥感技术助力智慧农业. 高科技与产业化, 2018(5): 54-59.
- [14] 任文康, 徐小禹. 基于遥感技术的智慧农业研究. 计算机与网络, 2018, 44(17): 43.
- [15] 陈仲新, 郝鹏宇, 刘佳, 等. 农业遥感卫星发展现状及我国监测需求分析. 智慧农业, 2019, 1(1): 32-42.
- [16] 佟彩, 吴秋兰, 刘琛, 等. 基于3S技术的智慧农业研究进展. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2015, 46(6): 856-860.
- [17] 孙刚, 房岩, 陈野夫, 等. 人工智能在智慧农业中的应用研究. 吉林工程技术师范学院学报, 2019, 35(10): 93-96.
- [18] 周康. 人工智能背景下智慧农业发展问题研究. 乡村科技, 2018(20): 54-55.
- [19] 刘双印, 黄建德, 黄子涛, 等. 农业人工智能的现状与应用综述. 现代农业装备, 2019, 40(6): 7-12.
- [20] 曹梦川. 人工智能在农业上的应用与展望. 宁夏农林科技, 2018, 59(5): 59-60.
- [21] 杨琇涵, 宿丽丽, 王青蓝. 论5G时代农业信息化的发展趋势. 农业科技管理, 2020, 39(2): 11-12, 35.
- [22] 郭建军, 林丽君, 王克强, 等. 5G+智慧农业初探. 科技资讯, 2019(28): 1-3.
- [23] 刘建波, 李红艳, 孙世勋, 等. 国外智慧农业的发展经验及其对中国的启示. 世界农业, 2018(11): 13-16.
- [24] 农业农村部科技教育司. 国内外农业科技前沿与动态. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2019.



[25] 李瑞, 敖雁, 孙启洵, 等. 大田农业物联网应用现状与展望. 北方园艺, 2018(14): 148-153.

[26] 林晨萍. 智慧农业的发展瓶颈及实现路径. 企业改革与管理, 2018(10): 210-211.

Reflections on the development of smart agriculture in China

Wang Meng¹, Liu Shuang², Zhang Jiangli^{1*}

(1. Department of Research Management, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: [**Purpose**] With the continuous development of economy and society and the wide application of modern information technology in agriculture, the world agriculture is gradually stepping into a new stage of smart agriculture. Smart agriculture leads agriculture into networking, digitization and intellectualization, which is a new technological revolution in agriculture. [**Method**] This paper systematically discusses the definition and technical characteristics of smart agriculture, the development status and integration trend of smart agriculture with internet, internet of things, remote sensing, artificial intelligence, 5G technology, and analyzes the development status of smart agriculture at home and abroad. Some suggestions are put forward the construction of strategy, basic conditions and personnel training for the development of smart agriculture in China. [**Result**] There are several shortcomings in the development of smart agriculture in China: (1) There is a serious shortage of professional talents, and the construction of talent team does not adapt to the industrial demand, which seriously restricts the development of smart agriculture. (2) Rural infrastructure is backward, it is difficult to meet the huge industrial demand for smart agriculture. (3) The scientific research system of smart agriculture is not perfect. China's smart agricultural scientific research system has not been constructed and perfected, and the technology transformation chain is not complete, so it is difficult to realize the agricultural technology breakthrough and transform into the productivity of smart agriculture. [**Conclusion**] Suggestions for the development of smart agriculture in China mainly include: (1) Scientific top-level planning and design to provide policy and technical support for the rapid development of smart agriculture. (2) We should speed up the construction of agricultural infrastructure, and increase support for rural information transmission infrastructure through a combination of government support, fiscal input and private capital input. (3) We should speed up the construction of talent teams, establish and improve the technical training mechanism, cultivate a group of agricultural technical personnel with professional quality, promote the exchange and cooperation of professional and technical personnel, and accelerate the realization of cross integration level of smart agriculture.

Key words: smart agriculture; modern information technology; technology integration; actuality; strategy