



5G 引领数字技术赋能农业互联网快速发展

安岗¹, 张云勇², 王金石¹, 杨学红¹

(1. 中国联合网络通信有限公司研究院, 北京 100176

2. 中国联合网络通信有限公司云南省分公司, 云南 昆明 530100)

摘要: 随着“新基建”的发展, 我国数字乡村建设迎来新高潮, 建设数字乡村既是乡村振兴的战略方向, 也是建设数字中国的重要内容。农业互联网是数字乡村建设的关键环节, 伴随 5G 等数字技术不断深入农业生产的各个领域, 我国农业互联网进入了快速发展的新阶段。重点围绕 5G 等数字技术为农业互联网带来的新变革, 通过 5G、卫星遥感、无人机、人工智能、机器视觉等推动农业生产经营数字化转型, 对我国农业互联网未来的发展现状及趋势进行了深入探讨。

关键词: 数字乡村; 农业互联网; 5G; 数字技术; 数字化转型

中图分类号: TP399-C2, D422.6

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2022252

5G leading digital technology enables the rapid development of agricultural Internet

AN Gang¹, ZHANG Yunyong², WANG Jinshi¹, YANG Xuehong¹

1. Research Institute of China United Network Communications Co., Ltd., Beijing 100176, China

2. Yunnan Branch of China United Network Communication Co., Ltd., Kunming 530100, China

Abstract: With the development of “new infrastructure”, digital village construction of China has ushered in a new climax, digital village of building is not only the strategic direction of rural revitalization, but also an important content of building a digital China. Agricultural Internet is a key link in the construction of digital village. As 5G and other digital technologies continue to penetrated into various fields of agricultural production, China’s agricultural Internet has entered a new stage of rapid development. Focusing on the new changes brought by 5G and other digital technologies to agricultural Internet, through 5G, satellite remote sensing, UAV, artificial intelligence and machine vision to promoted the digital transformation of agricultural production and operation, the future development status and trend of agricultural Internet in China were deeply discussed.

Key words: digital village, agricultural Internet, 5G, digital technique, digital transformation

0 引言

我国农业正处于从近代化农业朝着现代农业

全面演进的阶段, 在这个过程中, 政策、资本与数字技术的有机结合, 会产生风暴级的化学反应, 带来整个产业的颠覆与重构。5G 技术的不断成熟,

不但改变了传统农业“面朝黄土背朝天，一身力气百身汗”的局面，也用远程操作喷洒农药等方式部分替代了对身体可能造成危害的传统劳动作业。它改变的是整个产业的组织方式、生产方式和流通方式，涉及产业链的每个环节，影响深远。

(1) 数字乡村助推农业互联网发展

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》强调，走中国特色社会主义乡村振兴道路，全面实施乡村振兴战略，加快农业农村现代化是十四五规划的重中之重。习近平总书记在《坚持把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重，举全党全社会之力推动乡村振兴》文章中强调，巩固拓展脱贫攻坚成果，全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化，是需要全党高度重视的一个关系大局的重大问题。

当前，农业作为国家基本盘，稳定农业生产、保障农业安全是关乎国计民生的重点。农业要稳产增产、农民要稳步增收、农村要稳定安宁，这些都需要扎实有序地做好乡村发展、乡村建设。发展农业互联网、提升农业生产保障能力、建设数字化乡村既是乡村振兴的战略方向，也是高效发展乡村、发展农业的必要手段。

(2) 农业互联网加速数字乡村建设

2022 年中央一号文中指出，大力推进数字乡村建设，推进智慧农业发展，促进信息技术与农机农艺融合应用。明确要求要聚焦实际问题，致力于农业大数据应用，进一步加强农村信息化、数字化。智慧农业不是简单的信息技术与农业叠加，而是将数字化技术全面综合地应用到农业生产的各个环节^[1]。其中的重点是聚焦农业发展需求、提升农业生产效率、推动农业产业链数字化、提升农产品供给质量和效率。

在数字技术飞速发展的今天，将 5G、卫星遥感、无人机、机器视觉、农业机器人等融入农业互联网的发展，可以更高效地利用农业资源、更大幅度地降低农业成本和能源消耗，也可以减少

农业生产对生态环境的破坏，最终实现农业的生态最优。以全面感知、可靠传输、大数据分析、AI 等新型数字化技术为推手，以大连接、大计算、大数据、大应用、大安全为底座，建设高产、高效、低耗、优质、生态和安全的一种现代农业发展模式^[2]。

1 数字技术为农业互联网迎来重构契机

1.1 我国农业发展现状及趋势

第七次人口普查数据显示，目前我国居住在乡村的人口为 50 979 万人，占全国总人口的 36.11%。据预测，到 2030 年我国农村人口将缩减至 4 亿人左右，但仍占据约 30% 的全国人口。党的十八大以来，我国数字农业农村建设取得明显成效，但存在着三大问题。一是随着农村人口的缩减，劳动力短缺，人工成本迅速增加。根据世界银行数据，我国农业劳力占比已经由 1991 年的 60%（世界平均 45%）下降到 2018 年的 26%（世界平均 28%），导致几乎所有农产品生产的人工成本占比超过 50%。除此之外老龄化问题日益突出，预计“十四五”期间 60 岁以上农业劳力占比将接近 80%，相比其他行业农业从业人员受教育程度普遍偏低也是阻碍农业发展的重要因素。二是我国农业的产业竞争力不强，主要表现在生产规模小、方式落后以及效率效益低。三是缺乏技术储备，由于农业的生物特性，将工业信息技术直接拿到农业领域往往不能有效解决农业问题。

从市场上看，中国每年农产业及食品总规模为 9.3 万亿元，农资是农业生产必须投入品和起点，仅化肥、种子、饲料 3 类的市场规模就达到了 2.2 万亿元。因此，农业数字化、信息化升级对于我国社会与经济发展意义重大。农业互联网便是互联网和新一代信息技术与农业产业链全方位深度融合所形成的产业和应用生态，也是建立农业数字经济生态的关键综合信息基础设施。农业互联网通过新业态、新消费实现农村



一、二、三产业融合发展,更加凸显了农业的网络化经营。

1.2 数字化技术为农业互联网带来新变革

土地作为农业最重要的生产资料,目前数字化程度低,成为制约农业数字化的瓶颈。农业互联网是数字农业、精准农业、农业物联网、智能农业等技术的统称,农业互联网架构如图1所示,一般来说,就是指将5G、物联网、云计算、人工智能、大数据等现代信息技术与农业进行深度融合,实现农业生产全过程的信息感知、精准管理、智能控制、灾害预警、智能决策的一种全新的农业生产方式,可实现农业远程控制、大数据展示、可视化诊断等功能。

5G技术带来海量信息资源,为农业精准化生产管理提供了有效支撑。截至2021年年底,我国已建设将近142.5万个5G基站,基本覆盖全国所有的县(地市)级以上城市,覆盖了近91%的乡镇区域,独立组网模式规模部署。5G具有高速率、泛在网、低功耗、低时延和万物互联的特点,进

一步促进了农业互联网的快速发展。4G时代,由于带宽有限,基站数量较少,在一些地方的网络信号极其不稳定,容易造成数据丢失等问题。随着5G技术的不断成熟,借助5G网络的超大带宽、更低时延,可以实现无人机和服务器无缝连接,通过将实时数据传送给服务器,依靠服务器强大的运算能力进行分析,并在最短时间内将解析后的数据回传给无人机,从而加快对特殊地块、特种作物的作业时效。

1.3 5G催生农业互联网迈进新阶段

2020年是中国5G通信大规模商用元年,中国进入万物互联时代。随着数字技术的成熟,无人机施肥/施药、无人拖拉机翻耕、无人收割机收获等将快速推广。未来数百上千亩农田,从播种到灌溉施肥,直到收获的全过程,只靠一部手机即可管理并完成。

5G与物联网、云计算、大数据等新技术深度融合,构建基于5G和物联网的智慧农业大数据管理平台,可以为智慧农场、智慧农机、智慧林业、



图1 农业互联网架构

智慧畜牧、智慧渔场、5G 联网无人机喷洒农药、远程农业直播、数字乡村等智慧农业相关应用场景赋能。利用 5G 切片和物联网将数据传送到近端移动边缘计算 (mobile edge computing, MEC) 云平台, 可实现近端计算和存储, 从而提高远程控制农机设备的实时性并缓解网络压力, 防止海量数据在网上传输造成拥塞。将多个农业应用子系统部署于中心云上, 由中心云集中分析计算存储, 可实现农业大数据管理。5G 网络和农业监测等物联网设备还可实现智能预警、农作物品质管控、输出分析报告等功能, 能帮助用户随时随地掌握农作物生长状况、环境变化趋势和病虫害智能识别与预警^[3]。

在 5G 网络环境下, 各类农业信息的传递更加便捷高效, 不同地域、不同部门之间的农业信息能够在畅通的交换与传递中实现高度整合, 从而有效解决了传统农业信息系统建设中信息横向交流障碍重重、信息传输时效性差、信息共享性不足等问题, 打通了农业信息交流的节点, 提升了农业信息综合利用效率。在 5G 技术的支持下, 海量的农业数据成为农业生产管理决策的重要依据, 传统经验逐渐被精准的数据所替代, 经过大数据的综合运算分析, 5G 技术为农业生产者与管理者提供精准、精细的数据支撑服务, 进而让农业生产管理过程更加智能高效^[4]。

面向农业领域, 中国联通推出“天空地权”一体化平台, 充分发挥中国联通云网优势, 可提供自有沃云、腾讯云、阿里云等高质量公有云服务, 也可提供私有云服务, 可根据需要灵活进行部署。目前中国联通已对全国超 9 万个乡镇实现网络 100% 覆盖, 行政村覆盖总量已超 46 万个。利用 5G、窄带物联网 (narrow band Internet of things, NB-IoT) 技术, 中国联通物联网设备连接数突破 1 亿, 其中在江西共接入数据采集终端 2 000 多套、农机 2.9 万余台, 可根据需要随时扩展。自主研发基于确权数据指导的智能地块划分算法, 准确率达 98% 以上。

基于 3 m 分辨率卫星图像, 自主研发地块级农作物种类识别算法, 准确率达 95% 以上。

2 农业互联网的典型应用

2.1 农业智慧化生产

农业生产智慧化体现在生产要素数字化、生产决策智能化、生产过程自动化等几个方面。农业生产要素既包括温度、湿度等结构化数据, 也包括图像、影音等非结构化数据。5G 技术能同时满足海量数据采集传感器设备和大带宽高清相机设备对网络传输的需求。农业互联网利用大数据及人工智能等技术, 实现了包括农事活动、农产品状态分析、农机运行安全监测等决策建议, 并根据智能决策结果实现了对农业设施的自动控制。在实际应用中, 根据生产条件的不同, 农业物联网所提供的支撑侧重点各有不同^[5], 具体如下。

(1) 农业无人机

使用无人机对农业资源进行调查或实现农药/叶面肥精准喷洒、无人机泡泡授粉以及结合激光雷达/多光谱进行农作物产量预测/成熟度分析是当前农业无人机的主要应用方向, 采集数据量大, 飞行控制时延要求低, 同时需要较大计算资源支持^[6]。云南联通通过建设低空覆盖的 5G 网络, 实现无人机采集数据的回传, 利用 5G+MEC+AI 技术, 对无人机数据实施处理, 实现无人机作业效果实时评估, 可低时延、可靠地实现无人机闭环飞控, 打造了无人机专业飞行领域的大数据服务云平台, 并在农业测绘、蔗田虫害防治、水稻成熟度分析、烟草产量预测、亚洲象追踪保护等领域落地。

(2) 数字种植

数字种植主要分为设施种植和大田种植。农业种植的数字化、智能化需求主要集中在环境数据采集分析预测、精准的水肥一体、作物长势及产量评估、农业病虫害防治、农业设施自动控制



和农业机器人应用方面^[7-8]。智慧云农解决方案以 5G 网络大连接特性满足高密度部署的传感器设备接入,大带宽特性支持高清摄像机影像数据云/边端的人工智能图像处理,高可靠、低时延特性满足农业设施、农业机器人的远程或自动精准控制,MEC+AI 技术及作物生长数字化模型的应用满足气象环境数据、尾水数据的预测分析需求,降低氮磷钾使用量,减少农业面源污染,最终实现农业数字化、智能化功能。

(3) 智慧养殖

养殖智慧化除数字化消杀、环境检测和设施控制需求之外,还需要对养殖动物个体进行自动识别和状态监测,在 5G 大带宽特性和 AI 技术支持下,智慧云农方案采用高清 2D+3D 图像采集的方式,利用动物面部特征或特性特征,完成动物个体的准确识别和生长状态监测,通过智能项圈、电子耳标,对成长过程进行数据化管理。监控身体健康、进食、活动量、发情等生理指标;利用智能项圈预测发情,提升繁育效率,降低空怀率,通过智能称重分群系统,对饲料转化、增重效率进行定期评价;数字分群后,针对性优化饲料配方;同时,养殖区域的 5G 网络可提供物联网传感器、安防摄像机识别接入和养殖设备实施控制能力。

(4) 工厂化育苗

育苗应用场景中需要对植株个体生长状态进行切片准确监测,根据结果控制育苗设备精确动作。智慧云农案通过 3D 机器视觉技术,实现对育苗床上植株个体进行三维图像采集,利用 5G 大带宽特性回传点云数据,最终完成植株表征的三维建模,并利用人工智能技术,实现个体状态的准确评估,从而精准控制育苗设备对育苗区进行环境调控。

2.2 农业精准化经营

从农业产业经营角度来看,农民或农业企业关注如何提高管理效率、降低管理成本和增加整体收入,农业互联网基于农业生产过程产生的数

据,结合农产品加工、流通环节产生的数据及外部输入的其他数据,能够实现经营的精准化。

(1) 产能调配

由于农产品产出的滞后性,特定区域内农产品的种植面积较大程度上能够决定总体产量,从而通过市场供需关系影响农产品单价,影响农业经营的最终收益。可以通过 3S(3S 是遥感技术(remote sensing, RS)、地理信息系统(geography information system, GIS)和全球定位系统(global positioning system, GPS)的统称)技术,利用遥感大数据分析,获取农作物宏观种植面积,并预估产量和上市周期,结合市场需求预测,形成指导农业从业产能调配计划。中国联通为云南云菜集团的蔬菜种植计划提供了强大的数据支持。

(2) 食品溯源

食品溯源涉及农业生产和流通过程,需要产生的溯源数据具有真实性和难以篡改性。采用标识解析技术为农产品建立标识解析码,将生产和流通中使用物联网技术获取的客观数据上传区块链,提供面向生产者、中间商和消费者的食品溯源平台,提供农产品全生命周期数据追溯能力,智慧云农解决方案为盐津乌鸡的溯源、华宁柑橘溯源提供的解决方案已取得良好的效果。

(3) 绿色农业

农业绿色、低碳、可持续发展的需求主要体现在地、料、水、药、肥资源的合理使用,需要形成科学、有效的经营策略和生产模式。通过采集海量生产经营数据,结合农业行业机理知识,使用机器学习技术进行数据处理,形成针对某个特定区域内的绿色农业模式,指导农业经营者开展农业经营活动。

(4) 乡村旅游

作为新兴农业经营方式,乡村旅游可采用 VR/AR 等沉浸式技术提供更大的知名度和更好的用户体验。基于 5G 的 AR 技术,可为客户提供自助导游服务,也可以提高景点吸引力;VR 技术还

能够将景区直接呈现给非现场用户, 提供线上旅游服务。

2.3 农业全方位服务

农业生产者和经营者在业务开展过程中, 离不开其他涉农单位的服务, 农业互联网全方位服务解决方案为供需双方提供对接平台, 消除双方的认知偏差和信息不对称, 可极大提高服务效率和效果。目前典型的服务解决方案包括以下两种。

(1) 农业金融服务

种植领域, 面向农业生产的金融服务面临着土地资产数字化难题, 产权地块划分是核心问题。中国联通研究使用 3S 技术, 结合全国土地确权数据, 实现产权地块的数字化, 同时可实现地块级农作物种类和长势分析功能; 养殖领域, 活体抵押贷款, 抵押物唯一性、存活性是难题, 通过智慧云农, 利用物联网和机器视觉技术, 能够对动物资产进行数字化, 支撑保险和抵押贷款业务开展。

(2) 农业科技服务

农业科技服务包括农技培训和农事指导两个方面。其中农技培训是农业科研成果推广过程, 使用 VR 技术提供培训课程, 能够提高培训效果; 农事指导是针对具体问题提出解决方案的过程, 通过上传问题照片或视频, 人工智能自动或者辅助农业专家对问题进行诊断和解决, 复杂问题可借助 VR/AR 技术, 远程指导解决问题。

3 结束语

农业是我国经济社会发展基础中的基础, 也是在经济发展中比较薄弱的部分。我国已经由传统的农业大国, 逐步向现代化、智能化农业大国进行转变。农业互联网的应用是未来我国现代农业发展的主要方向, 是农业现代化建设的必然要求, 现代农业的高质量发展离不开新技术的支撑。

5G 的引领加速了数字化技术对农业互联网的赋能, 可以在很大程度上推动我国现代农业的发展趋势, 有助于全面推进乡村振兴落地见效。

农业互联网进一步加强了农业经济现代化发展进程, 一定程度上能够实现农业转型升级、促进一/二/三产业融合发展、推进农业供给侧结构性改革。但仍需要不断探索更加完善的“互联网+农业”的机制, 从而可以高效解决各类农业生产工作中遇到的实际问题, 为农业经济稳定发展奠定良好基础。

参考文献:

- [1] 马永海, 胡庆毅, 杨立凡, 等. 智慧农业发展现状及前景分析[J]. 现代农业研究, 2021(11).
MA Y H, HU Q Y, YANG L F, et al. Analysis on the development status and prospect of smart agriculture[J]. Modern Agricultural Research, 2021(11).
- [2] 杨瑛, 崔运鹏. 我国智慧农业关键技术与未来发展[J]. 信息技术与标准化, 2015(6): 34-37.
YANG Y, CUI Y P. The key technology and development of smart agriculture in our country[J]. Information Technology & Standardization, 2015(6): 34-37.
- [3] 陈菁, 刘靖永, 钱炜. 基于 5G 和物联网的智慧农业大数据管理平台[J]. 张江科技评论, 2022(1): 71-73.
CHEN J, LIU J Y, QIAN W. Smart agriculture big data management platform based on 5G and Internet of things[J]. Zhangjiang Technology Review, 2022(1): 71-73.
- [4] 南农. 5G 时代农业信息化的发展趋势[J]. 南方农机, 2021, 52(12): 6, 1.
NAN N. The development trend of agricultural in formalization in the 5G era[J]. Southern Agricultural Machinery, 2021, 52(12): 6, 1.
- [5] 聂鹏程, 张慧, 耿洪良, 等. 农业物联网技术现状与发展趋势[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2021, 47(2): 12.
NIE P C, ZHANG H, GENG H L, et al. Current situation and development trend of agricultural Internet of things technology[J]. Journal of Zhejiang University: Agriculture and Life Sciences Edition, 2021, 47 (2): 12.
- [6] 黄培峰, 朱立学, 陈家政. 农业无人机遥感技术研究进展[J]. 机电产品开发与创新, 2021, 34(3): 43-45.
HUANG P F, ZHU L X, CHEN J Z. Research advances on agricultural UAV remote sensing technology[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2021, 34(3): 43-45.
- [7] 王儒敬, 孙丙宇. 农业机器人的发展现状及展望[J]. 中国科学院院刊, 2015, 30(6): 803-809.
WANG R J, SUN B Y. Development status and expectation of agricultural robot[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences,



2015, 30(6): 803-809.

- [8] 毕昆, 赵馨, 侯瑞锋, 等. 机器人技术在农业中的应用方向和发展趋势[J]. 中国农学通报, 2011, 27(4): 469-473.

BI K, ZHAO X, HOU R F, et al. The trend of application and development of robot technology in agriculture[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(4): 469-473.

[作者简介]



安岗 (1979-), 男, 中国联合网络通信有限公司研究院高级工程师, 国务院政府特殊津贴专家, 工业互联网联盟产业发展组副主席。长期从事物联网、工业互联网、智能终端等工作。



张云勇 (1976-), 男, 博士, 中国联合网络通信有限公司云南省分公司总经理、教授级高级工程师, 第十三届全国政协委员, 国务院政府特殊津贴专家, 百千万人才工程国家级人选, 获得中国有突出贡献中青年专家称号, 国家高性能计算机创新中心科学技术委员会专家, 北京邮电大学、北京交通大学、首都经贸大学兼职教授。

王金石 (1982-), 男, 中国联合网络通信有限公司研究院中级工程师, 主要研究方向为天空地一体化关键技术、数字化农业金融应用产品设计。

杨学红 (1983-), 女, 博士, 中国联合网络通信有限公司研究院高级工程师, 主要研究方向为物联网、工业互联网等。