

# 数字农业分析决策辅助体系建设研究

宋丽娟<sup>1,2\*</sup>, 柴青宇<sup>1\*</sup>, 张超<sup>2</sup>, 叶万军<sup>2</sup>, 许佳琦<sup>1</sup>, 赵菲<sup>1</sup>, 王美璇<sup>2</sup>, 苏戈<sup>2</sup>

<sup>1</sup>黑龙江科技大学, 黑龙江 哈尔滨

<sup>2</sup>黑龙江省农业科学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2023年1月13日; 录用日期: 2023年2月10日; 发布日期: 2023年2月20日

## 摘要

近年来, 数字经济在我国的发展突飞猛进, 呈现出发展速度快、辐射范围广、影响程度深的特点。数字经济视角下, 发展农业现代化必将是传统农业经济向农业数字化方向发展, 而数字农业就是一个重要的呈现形式。我国发展数字农业起步虽晚, 但发展势头强劲, 数字农业理念已深入人心, 且带来的效益也在慢慢显现。数字农业不是一个简单的名词, 它是一个系统概念, 其外在表现不仅有应用型高科技集成, 其背后还有隐含的跨学科交叉的理论内涵及支撑的方法, 以及更加强调理论指导实践的应用效果。我国发展数字农业从跟跑、并跑到领跑, 有许多理论及技术问题亟待解决。故而, 应当对立足数字经济发展数字农业的关键核心技术给予足够重视。本文阐述了国内外数字农业发展现状, 数字农业建设的主要内容, 数字化农业信息咨询决策集成平台的需求与设计、数字化农业信息咨询决策集成平台的实现途径, 最后提出数字化农业应用服务体系发展对策建议。

## 关键词

数字农业, 分析决策, 辅助体系建设

# Research on Analysis and Decision Auxiliary System Construction of Digital Agriculture

Lijuan Song<sup>1,2\*</sup>, Qingyu Chai<sup>1\*</sup>, Chao Zhang<sup>2</sup>, Wanjun Ye<sup>2</sup>, Jiaqi Xu<sup>1</sup>, Fei Zhao<sup>1</sup>, Meixuan Wang<sup>2</sup>, Ge Su<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin Heilongjiang

<sup>2</sup>Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin Heilongjiang

Received: Jan. 13<sup>th</sup>, 2023; accepted: Feb. 10<sup>th</sup>, 2023; published: Feb. 20<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In recent years, the development of digital economy in China has advanced by leaps and bounds,

\*并列第一作者。

文章引用: 宋丽娟, 柴青宇, 张超, 叶万军, 许佳琦, 赵菲, 王美璇, 苏戈. 数字农业分析决策辅助体系建设研究[J]. 农业科学, 2023, 13(2): 106-112. DOI: 10.12677/hjas.2023.132016

showing the characteristics of fast development, wide radiation range and deep influence. From the perspective of digital economy, the development of agricultural modernization must be the traditional agricultural economy to the direction of agricultural digitalization, and digital agriculture is an important form of presentation. Although China's development of digital agriculture started late, the development momentum is strong, the concept of digital agriculture has been deeply popular, and the benefits are gradually appearing. Digital agriculture is not a simple term, but a systematic concept. Its external manifestation is not only application-oriented high-tech integration but also the implied interdisciplinary theoretical connotation and supporting methods behind it, as well as the application effect of theory guiding practice. Many theoretical and technical problems urgently need to be solved in developing digital agriculture from following and leading. Therefore, enough attention should be paid to the key core technologies of developing digital agriculture based on digital economy. From the theoretical and technical level, this paper describes the development status of digital agriculture at home and abroad, the main content of the construction of digital agriculture, the demand and design of the digital agricultural information consultation decision integration platform, the realization of the digital agricultural information consultation decision integration platform, and finally put forward the development countermeasures and suggestions of the digital agricultural application service system.

## Keywords

Digital Agriculture, Analysis and Decision, Auxiliary System Construction

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

目前我国经济发展已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,同时也正处于传统农业向现代农业转变的关键时期,数字农业是以模拟预测农业生产中的现象和过程为手段,利用RS、GIS、GPS、计算机技术、无线传感器网络技术、自动化技术等现代信息技术,以传统基础学科为基础,通过建立标准模型进行比较,定期对农作物生长发育状况、病虫害、水肥状况及相应环境信息进行采集的一种现代信息技术[1]。使农业资源得到合理利用,生产成本得到降低,生态环境得到改善,农作物产量和质量得到提高[2]。数字农业信息系统是计算机管理与应用系统,集信息化、数字化、网络化、自动化于一体[3]。

## 2. 国内外数字农业发展概述

数字农业一词最初在1997年由美国科学院、工程院两院士正式提出,是现代农业技术与计算机技术和网络通信技术、空间信息技术相结合而形成的新型农业技术,是当前全球农业领域重要的研究趋势之一。纵观全球,发达国家都将发展数字农业作为构筑农业现代化发展产业优势的方向,积极将数字科技与农业发展相融合,推进农业产业的数字化转型。其中,美国建立了完善的农业产业基础和数字化技术体系,以高度专业化、规模化和企业化的农业生产为基础,以大宗农产品为出口产品;英国推出农业技术战略,用大数据和信息技术推动农业向数字化、智能化和精准化发展,提高农业生产效率,以大型企业主导数字农业技术研发[4];德国积极发展高水平数字化农业,建立完善的计算机支撑和辅助决策系统,为数字化农业提供基于农业生产高度机械化的综合解决方案[5];日本通过记录消费者消费情况及时调整种植计划,使用GPS技术实现了无人驾驶拖拉机24小时不间断的耕种,通过高度计收集气象和作物数

据, 实现水肥合理灌溉, 解决耕地面积不足、农业就业人口老龄化、不满足市场需求等问题, 通过“绿色数字革命”进一步提高农业效率; 荷兰政府让农民获取卫星数据, 包括土壤、温度、含水量、质量和作物生长状况, 以提高农业发展的可持续性和效率; 法国通过国家出资建立农业大数据库, 农业数据服务持续增强; 以色列利用大数据在农业领域又有了新飞跃; 澳大利亚建立了全球质量可追溯系统等。

农业是农村经济社会发展的立足之本, 数字农业是农业现代化的高级阶段, 是我国由农业大国迈向农业强国的必经之路也是实施数字乡村发展战略和全面推进乡村振兴的重要内容。自 20 世纪末以来, 我国日益重视数字农业发展, 相关政策措施陆续出台, 明确提出推动数字技术与农业生产经营管理等方面的融合。2017 年, 在数字“一带一路”倡议中提出鼓励高新技术成果与农业结合, 推动农业数字化转型的建议, 逐步拉开了数字农业建设的帷幕。经过多年发展, 农业生产经营体系数字化、网络化、智能化模式更加健全, 农业信息监测预警和服务体系日趋完善, 农业生产全过程信息服务和数字化管理能力不断提升。近年来, 国家加大力度, 在《国家信息化十三五规划》、《国家信息化发展战略纲要》、《国家农业现代化规划(2016~2020 年)》中对发展数字农业作出重要部署, 明确要求在农业生产经营中加大数字信息技术的应用力度。加快实施智慧农业工程和“互联网+”现代农业行动, 进一步推进农业生产数字化转型改造, 加强 RS、IoT 等技术的相关应用, 以提升农业精准化水平。《乡村振兴战略规划(2018~2022 年)》提出大力发展数字农业, 《数字农业与农村发展规划(2019~2025 年)》明确部署了新时期推进数字农业与农村建设的总体思路、发展目标和重点任务, 我国数字农业也日益从顶层规划走向实践落地[6]。

### 3. 我国数字农业建设的内容

数字农业是一种数字化的现代农业形态。数字农业主要由农业生产体系、硬件平台、信息管理系统、分析决策系统、应用服务系统组成。

#### 3.1. 农业生产体系

在数字农业建设中, 农业生产体系主要包生产主体、环境因素、技术进步和社会进步等四部分内容。其中, 生产主体为植物、动物、微生物等要素; 环境因素是指气候、光照、地形、土壤、水源等能够影响农业生产的各种自然因素; 技术进步则是指在优质品种上的培育、栽培养殖技术上的创新、智能农用机械上的攻克、农业区划上的突破、农业土肥应用上的高效、3S 技术上的攻关等; 社会进步是指在制定农业政策、加强市场调控、建设农业流通、农业金融服务体系, 防范自然灾害, 强化农业教育培训等促进农业发展的各类社会活动等。

#### 3.2. 硬件平台

硬件平台是数字农业建设的基础, 主要包括建设计算处理系统, 优质的网络通讯设备, 良好的野外观测节点, 可提供服务的农业遥感卫星、智能农业机械装备等。

#### 3.3. 信息管理系统

信息管理系统是对农业数据库的规范管理体系的建设, 包括对农业资料的分析、处理、反馈, 对数字化信息进行标准化整理和加工, 形成分析决策所需的农业数据库系统, 还包括对农业数据库中农业信息的合理共享与发布, 农业资料的查询与检索。

#### 3.4. 分析决策系统

分析决策系统是运用作物模型、农业优化模型, 对农业生产各要素进行定量分析的基础上, 运用科学的管理理念, 农业产业结构优化理论, 农业市场监测与分析技术, 农业环境监测与预测优化技术等分

析决策体系, 结合农业生态、农业环境、农业趋势等, 开展农业各生产要素等变化规律和发展结果的分析 and 预测, 使决策结果更加稳定可靠适用。分析决策系统是传统农业向智慧农业转变过程中, 可以促进农业生产“从种的好到卖的好, 卖的好倒逼种的好”过程中发挥“智慧大脑”的作用的, 是数字农业建设内容中最关键和最核心的部分, 本文重点对此内容进行阐述。

### 3.5. 应用服务系统

应用服务系统包括以数字化为基础的农业市场管理服务系统、农业数字化建设等多个应用服务系统, 通过硬件平台上的监测节点、农业遥感卫星、网络通信和计算机处理等流程, 将分析决策结果转化为农户、企业、政府等用户, 对农业信息、农业技术、农业政策等方面的差异化需求, 实现分级服务能力, 确保数字农业系统发挥最大效益。

## 4. 农业数字化分析决策系统的建设

农业数字化分析决策系统可以有效实现农业信息咨询决策成本和决策成果效益之间的最优效果。数字农业的后续生产、管理和服务将围绕作物生长、农业产业结构、农业市场、农业环境等关键核心要素开展。实现农业数字化分析、管理、决策和服务的前提是包括生产主体、环境因素、技术进步、社会进步等四方面在内的农业生产体系结构内容的数字化、信息化。开展作物生长模型研究、农业产业结构优化研究、农业市场分析监测、农业环境监测预测等相关研究, 建设农业数字化分析决策系统是推动数字农业建设的重要一环。

### 4.1. 农业数字化分析决策系统设计框架

农业数字化分析决策系统这一软件平台是基于数字化农业硬件平台而工作的, 它主要有两种功能, 一是对农业信息数字化管理信息库和相应的农业信息数据资料进行了规范; 二是对农业资料进行加工、分析, 实现农业资料的查询、分享、输出和展示等。数字农业各类数据的采集、传输、处理和运营, 由各平台层组成有机网络共同支撑。包括遥感卫星、无人机、自动气象监测、土壤湿度监测、二氧化碳监测等多种农业要素信息, 将农业环境信息转化为数字信号, 网络层负责向计算机层传送各种获得的数字信号, 包括各种无线网络、有线网络、移动蜂窝网络、因特网硬件设备等的数字农业硬件的各个平台层所连接的神经网络。计算机层通过收集传感层获得的信息, 自动反馈控制传感层的感知, 对智能机械层的运行进行存储、分类、自动处理和自动决策。硬件主要有图形工作站, 存储系统等设备。智能机械层可播种、施肥、浇水、喷淋、通风、收获、加工等农业自动化、智能化作业, 都是通过获取计算机层传输的各种指令来完成的。

### 4.2. 农业数字化分析决策系统数据的获取和处理

数字化农业信息数据获取方面, 目前我国农业数据库相关标准规范建设相对滞后, 标准不成体系, 现有标准多为地方标准或农业行业其他领域标准共享。因此, 应加强包括国家层面相应的数字农业信息库标准在内的数字农业系统相关系列标准的全面、统一、科学、合理的建设, 促进数字农业的发展。此外, 农业基础信息、农业政策法规、农业科技信息、农业市场信息等种类繁多的农业信息多分散地分布在农业决策部门、农业科研院所、高等院校等部门, 可采取基于 Web 技术的农业资源共享建设方式, 在数据管理和分析的基础上, 实现数据的有效利用, 解决信息碎片化的问题。在数字化农业信息数据处理方面, 应加强数据库功能建设, 进一步分析、提取、处理数据库中的农业基础数据, 形成一系列新的数据, 构建数字化农业信息管理系统。能够自动化地处理复杂类型的大数据, 在此基础上进行数据分析, 挖掘农业数据中的有效信息, 从而实现农业数据中数据的有效利用。我国数字化农业相关数据库建设已

具备一定基础, 建立了包括寒地种质资源库、物联网气象墒情数据库等在内的基于农业资源的数字化数据库。实现了数据的全面应用, 为农业生产数字化、精准化奠定了基础。然而, 层次不清, 应用不足是数据库建设中存在的主要问题。在未来相当长的一段时间内, 加强数据库的整体建设水平和应用能力将是重点工作。

### 4.3. 农业数字化分析决策系统建设的领域

一是构建作物生长模型。因为农业模型将农业过程数字化, 可以进行很多传统农业实验无法进行的研究。目前已经具备了一定的基础和经验, 可以构建数字化农业模式, 构建专家决策体系。在作物生长仿真方面, 荷兰科学家迪威特在 1970 年建立了第一个作物生长模型 ELCROS, 之后国内外多位专家学者建立了不同种作物生长仿真模型, 如小麦、水稻、棉花等。目前常见的作物生长模型主要包括 SWAP 模型、CERES 模式、DSSAT 模式等等。国内专家学者谢祝捷等提出了上海精准农业中农作物生长模型的应用前景, 蔬菜作物模型开发和专家系统研究的几种方法, 提出了科学管理和决策农业生产的计算机技术和生产仿真技术[7]。专家决策支持系统在此基础上, 采用数字化的农业模式, 更加精确地描述农业生产活动。预测工作做到了科学化, 为打造数字化农业奠定了基础。

二是优化农业产业结构。近年来, 我国农业服务和农产品销售比重逐步提高, 进而极大地促进了农业由劳动密集型向技术和知识密集型的转变, 农业产业结构技术在农业产业中的比重不断提高, 促进农业产业结构进一步升级优化。农业产前、产中、产后规划更加合理, 衔接更加紧密, 农业产业结构技术在农业产业中为数字农业的发展和應用指明了方向, 通过开展产业结构优化技术理论研究。农业产业结构优化无论从国家层面还是地方层面, 都有更多的理论研究和应用成果[8]。

三是农业市场监测与分析技术。数字化农业要求能够灵活、准确地适应农业市场的变化, 对农业市场的监测、预测和分析技术进行研究, 对农业市场的监测、预测、分析技术具有较强的灵活性和较强的针对性。农产品市场监测分析预警技术近年来受到各方广泛关注, 因为农产品价格波动对农民收入和农业产业的影响越来越大。我国农业市场分析结果的权威性不够, 普遍存在农业信息监测的内容不够全面, 生产体制机制不健全, 协调发展不够, 农业信息监测分析基础技术还比较落后等问题。数字化农业建设存在技术瓶颈, 主要包括处理好市场与政府的关系, 加强数据的支持和农业模型的有力支撑, 市场信息发布机制的进一步强化, 服务农业生产经营者能力的不断提升, 加强行业监测和统计体系建设, 从土地到消费者各个环节都要解决好技术瓶颈问题, 处理好市场与政府的关系。

四是运用农业环境监测预测技术。提高农业决策分析工作的主要途径是利用地理信息系统和 RS 构建农业环境监测预报技术。农业遥感技术发展 20 多年来取得了长足的进步。农业资源环境的研究和监测方法, 与地理信息系统相结合, 有了根本改善。其应用领域十分广泛, 主要包括对各类农业灾害的检测、评价和动态监测, 如洪水、干旱、暴风雨、各类农作物面积和产量的预报的监测, 以及基于大气、光照、地形、土壤、水源等农业环境因素污染的预报监测。农业环境监测与预测技术是数字化农业信息咨询决策的主要途径, 也是数字农业建设的主要内容。

## 5. 农业数字化分析决策辅助服务体系未来发展对策建议

数字化农业应用服务体系是包括支撑体系、服务能力、效果反馈在内的在数字化农业建设中发挥重要作用的决定性因素。我国农业数字化转型迎来了新机遇, 国家和地方支持政策持续加强, 新型基础设施建设持续加快, 城市居民消费持续增长为农业农村带来巨大的市场。与此同时我国农业数字化转型也面临着种种挑战, 应加强农业数字化分析决策辅助服务体系建設。建议从以下几个方面, 以数字化驱动传统农业产业转型升级, 引领农业农村生产方式、生活方式和治理方式变革。

一是坚持大数据赋能, 推进资源要素数字化, 构建大数据分析预警模型, 建设大数据通用支撑系统, 完善综合业务系统和单品种全产业链大数据分析应用中心, 形成统一的国家农业农村大数据平台, 加强政府与市场协作, 提升数据资源利用水平。在顶层设计层面, 围绕数据从哪里来、如何管理和如何使用, 重点建设数字分析决策辅助服务体系, 整合分散于多层级、多环节和多主体的涉农数据信息资源, 构建全国农业农村数据资源“一张图”, 重点建设数据标准规范、数据采集通道、网络安全体系和资源数据库等基础设施。

二是坚持智慧化发展, 推动生产经营管理数字化, 利用数字化技术对传统农业产业进行全方位、全链条改造, 提高全要素生产率。发展智慧种业和智慧种植, 构建全国统一的农业种质资源数据库, 加快种业创新攻关、种质资源保护、市场监管等种业数字化转型; 推进智慧牧场建设, 加快规模化养殖场数字化改造, 推动生产全过程平台化管理; 推进智慧渔场建设, 加快池塘、工厂化循环水、深水网箱、鱼菜共生等养殖模式的数字化改造; 推进智慧农机建设, 推进信息技术与农机农艺融合。

三是坚持平台化创新, 推进农业科技数字化, 顺应农业科技数字化、平台化、集成化、交互化创新发展趋势, 优化数字农业技术创新体系, 建立平台化协同攻关机制, 提升底层科技、核心技术、关键装备与基础数据的掌控能力。围绕战略性前沿性技术布局、关键共性技术攻关、技术集成应用示范、农业人工智能研发应用; 实施农业农村数字化科技创新工程, 重点突破农业精准感知和数据采集、数据挖掘与智能诊断、大数据智能处理与分析、专业遥感卫星研发、无人机应用等关键技术; 围绕数字技术创新链与产业链衔接发展, 建设一批数字农业应用示范基地, 推动先进技术装备与成果应用示范。

四是坚持产业链融合, 推进农村经济数字化。加快以数字化盘活农村生产性资源和资产, 构建农村产权数字化交易平台, 推动城乡经济要素的流动互通; 大力实施“互联网+”农产品出村进城工程, 建设数字化绿色供应链, 推动人工智能、大数据赋能农村实体店, 促进线上线下渠道融合发展; 大力推进一二三产业融合发展, 加快培育一批数字化转型升级农业龙头企业, 加快发展农村数字化新兴产业, 培育乡村数字化新业态; 加大引导城郊融合类村庄发展数字经济、共享经济, 发挥数字化技术引领、市场创造、效率改进等功能, 推进乡村产业链、商业模式的数字化转型升级, 建设农村现代经济体系。

五是坚持普惠制服务, 推进乡村建设数字化。构建数字化农业应用服务体系, 以适应农业生产的实际需要, 实现农业现代化, 推动农业生产绿色发展。一方面, 推进乡村基础设施的数字化, 加快推动农村地区水利、公路、电力、冷链物流、农业生产加工等基础设施的数字化、智能化转型。配合实施信息进村入户行动, 鼓励开发适应“三农”特点的信息终端、技术产品、移动互联网应用(APP)软件, 完善面向农户的信息终端和服务供给, 大力发展“互联网+文化”“互联网+教育”“互联网+医疗”“互联网+金融”, 推动实现城乡均等化普惠制的公共服务, 让文化服务、教育服务、医疗服务、金融服务走进农村千家万户。另一方面, 实施数字化新农民培训工程, 利用数字化培训网络平台, 开发数字农业、数字乡村等在线课堂, 培养一批能熟练运用数字化终端设备的新型职业农民、农民网红主播, 吸引一批有志青年投入建设数字乡村。

## 基金项目

黑龙江省经济社会发展重点研究课题(22243), 黑龙江省经济社会发展重点研究课题县(区)课题(22118), 黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2021-2-B010), 黑龙江省博士后面上资助项目(LBH-21038)。

## 参考文献

- [1] 毛竞, 关欣, 李巧云. 我国数字农业发展现状与发展趋势[J]. 广东农业科学, 2007(12): 126-128.
- [2] 江凤香, 史立军, 杜谋涛, 等. 数字技术助力传统农业转型升级为数字农业的对策[J]. 农业工程, 2020, 10(4):

122-124.

- [3] 刘伟明. 数字农业的由来及其初步实践[J]. 农业网络信息, 2005(8): 21-23.
- [4] 彭英, 陈楠, 施小飞. 基于物联网的英国智能农业进展研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(19): 6458-6461+6507.  
<https://doi.org/10.13989/j.cnki.0517-6611.2014.19.127>
- [5] 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.
- [6] 农业农村部 中央网络安全和信息化委员会办公室关于印发《数字农业农村发展规划(2019-2025 年)》的通知农规发[2019] 33 号[J]. 中华人民共和国农业农村部公报, 2020(2): 33-41.
- [7] 谢祝捷, 曹卫星, 罗卫红. 作物生长模拟模型在上海精准农业和智能温室中的运用及前景(综述) [J]. 上海农业学报, 2001(2): 17-21.
- [8] 高万林, 李楨, 于丽娜, 等. 加快农业信息化建设促进农业现代化发展[J]. 农业现代化研究, 2010, 31(3): 257-261.