

智慧农业技术在农作物栽培中的应用分析

卢伟鹏 张燕^(通讯作者) 张婷 高宏云 李玉英

新疆石河子职业技术学院, 中国·新疆 石河子 832000

摘要: 在数字经济与现代农业深度融合的背景下, 智慧农业技术正成为推动农作物栽培模式转型升级的核心动力。智慧农业技术通过整合物联网、人工智能、大数据、智能农机装备等先进技术手段, 实现了农作物栽培从经验驱动向数据驱动、从粗放管理向精准调控、从被动应对向主动预警的根本性转变。本文系统剖析智慧农业核心技术体系, 结合当前技术应用面临的现实困境, 提出针对性的优化路径, 为推动智慧农业技术在农作物栽培中的深度落地与规模化推广提供理论参考和实践借鉴。

关键词: 智慧农业技术; 农作物栽培; 物联网; 人工智能; 农业数字化

Analysis of the Application of Smart Agriculture Technology in Crop Cultivation

Lu Weipeng, Zhang Yan^(corresponding author), Zhang Ting, Gao Hongyun, Li Yuying

Shihezi Vocational and Technical College, Xinjiang, China Xinjiang Shihezi 832000

Abstract: Against the backdrop of the deep integration of the digital economy and modern agriculture, smart agriculture technology is becoming the core driving force for transforming and upgrading crop cultivation patterns. By integrating advanced technological means such as the Internet of Things, artificial intelligence, big data, and intelligent agricultural machinery, smart agriculture technology has facilitated a fundamental shift in crop cultivation from experience-driven to data-driven, from extensive management to precise regulation, and from passive response to proactive warning. This paper systematically analyses the core technological system of smart agriculture and, in combination with the current practical challenges of technology application, proposes targeted optimisation paths, providing theoretical references and practical guidance for promoting the deep implementation and large-scale adoption of smart agriculture technology in crop cultivation.

Keywords: Smart agriculture technology; Crop cultivation; Internet of things; Artificial intelligence; Digital agriculture

0 引言

农业是国民经济基础, 其发展关乎粮食、食品与生态安全。传统农作物栽培存在资源利用低效、管理精准度不足等问题, 难适配新时代农业高质量发展需求。智慧农业技术整合物联网、人工智能等先进手段, 推动栽培向数据驱动、精准调控转型。在政策支持下, 相关技术已广泛应用于主要农作物栽培, 成效显著, 为破解传统模式瓶颈、保障粮食安全、推动农业可持续发展提供关键支撑。

1 智慧农业核心技术体系解析

1.1 物联网技术: 农业生产的“感知神经”

物联网技术是智慧农业的基础支撑, 通过各类信息传感设备与互联网深度融合, 实现对农作物栽培环境、生长状态、资源消耗等关键参数的实时感知与精准传输。该技术具备感知范围广、数据精度高、传输速度快、运行成本低等优势, 核心价值在于打破农业生产“信息孤岛”, 为后续数据处理和智能决策提供精准全面的数据支撑^[1]。在感知层面, 对射频识别设备、各类传感器、红外感应器以

及全球定位系统等相关设备加以整合, 从多个不同的维度全天候去采集相应的信息, 如土壤、环境以及作物相关的核心参数的测量精度等。传输层面, 则是采用 5G、NB-IoT、LoRa 等多种不同的通信技术, 构建起所谓的“天地一体”的传输网络, 以此来适配不同应用场景下数据传输的各种需求, 从而切实保证感知数据实时且可靠地进行传输, 保障农业生产信息具备应有的时效性^[2]。

1.2 人工智能技术: 农业决策的“智慧大脑”

人工智能技术是智慧农业的关键驱动要素, 其借助对人类智能所具备的学习、推理、感知以及决策能力加以模拟的方式, 深度分析处理农业生产数据, 进而给出契合农作物栽培所需的精准且个性化的管理方案。本质上是把农业领域原本处于隐性状态的经验转变为清晰可见的算法模型, 由此达成从依靠“经验决策”向凭借“数据决策”转变的成效^[3]。机器学习算法应用广泛, 在病虫害识别方面, 基于卷积神经网络的图像识别算法所呈现出的准确率可达 95%; 而基于循环神经网络构建的时序预测模型, 整合多

元信息,从而精准地预测出作物的生长周期以及产量情况^[4]。深度学习技术进一步拓宽了应用边界,能解决高密度种植场景下的参数测量难题,优化灌溉、除草等管理方案。此外,自然语言处理、强化学习等技术也初步落地,为农户提供技术咨询、优化种植策略,持续提升资源利用效率。

1.3 大数据技术:农业生产的“数据中枢”

大数据技术通过对数量众多、来源多样且结构各异的农业数据展开采集、存储以及分析挖掘等操作,提取出数据所蕴含的规律与价值,从而给予农作物栽培决策方面的有力支撑。农业大数据所涉及的数据包含气象、土壤、作物、农机以及市场等多个不同维度,其规模已经从 TB 级别向 PB 跨越。在数据采集层面,把物联网感知、卫星遥感、历史统计还有专家经验等诸多来源的信息加以整合,进而构建起一个能全方位开展采集工作的体系,为区域规划、趋势分析等提供支撑^[5]。数据处理层面,运用分布式计算、云计算等各类技术,切实解决农业数据处理过程中的各种难题,同时也能降低技术应用门槛,提炼出具有实际价值的信息。应用层面,要实现对产前规划、产中管理以及产后溯源整个全流程的决策支持,以此来提高种植的科学程度、充分保障作物正常生长。

1.4 智能农机装备技术:农业生产的“执行手脚”

智能农机装备技术整合了物联网、大数据以及人工智能等相关技术,达成农业生产自动化以及精准化作业的目标。我国智能农机装备以农机农艺融合为核心,构建覆盖产前、产中、产后全环节的装备体系。在耕地、播种、田间管理以及收割等环节当中的智能装备,可依据土壤的实际状况、种植的具体规划等因素来自动地对作业参数做出调整,在效率提升、资源节约、损失控制等方面成效显著^[6]。与此这项技术达成了“机-车-人-云”之间的互联互通状态,智能农机可以实时地将作业数据上传至云端,云端平台能下达优化指令,支持集群作业、路径规划等高级功能,通过多设备协同进一步提升农业生产效率。

2 智慧农业技术在农作物栽培中的应用场景拓展

2.1 产前规划:精准布局,奠定高产基础

在品种选择方面,有基于大数据构建起来的品种推荐系统,该系统把气象、土壤、市场还有品种特性等数据整合起来,精准地给农户推荐适合去种植的作物品种。此系统会深入分析近五年的气象数据、土壤方面的信息,如土壤类型、养分含量以及 pH 值等,另外也会参考近三年的市场行情,比如价格走向以及消费偏好等情况,并且还会

考量品种自身的一些特性,如生长期长短、抗逆性如何以及产量高低等。通过综合分析,能够实现品种和种植环境之间的科学合理匹配^[7]。例如,在长江中下游降雨较多的地区,就会推荐耐阴并且抗倒伏的水稻品种;而在西北地区较为干旱的地方,则会推荐节水且耐旱的小麦品种,如此就能让品种适配率提高 80% 以上。

在种植密度规划方面,借助卫星遥感所获取的数据以及土壤肥力方面的相关数据,再结合人工智能算法构建种植密度模型,该模型会综合考量土壤养分的具体情况、光照分布的实际状况以及通风条件等各项因素,动态优化种植密度,避免过密引发病虫害或过疏浪费资源。如在玉米种植过程中,参照土壤有机质含量存在的不同差异,把种植密度智能地调整到每亩 3500 株-4500 株之内,和传统的均匀种植方式相比,其产量能够提升 10%-15% 左右。

在资源配置规划方面,凭借大数据构建起来的资源预测模型,预先对水、肥料以及农药等的需求量予以估算,进而制定出精准的采购以及施用方面的计划。借助对土壤墒情以及作物需水规律展开的分析,可以预测出灌溉所需的水量,如此便能防止出现供水不足或者水资源浪费的情况。把土壤养分状况和作物需肥特性相互结合,计算化肥用量与施肥时机,为采购提供科学依据。

2.2 产中管理:精准调控,保障作物健康生长

精准灌溉依靠物联网来打造“感知-分析-决策-执行”的闭环体系。其中,土壤水分传感器会将实时采集的数据传送到云端,大数据和人工智能会综合考虑作物所处的生长阶段以及气象信息等因素,以此来判定实际需求,并且自动生成相应的方案去控制滴灌、喷灌等相关设备^[8]。例如,在温室番茄种植过程中,当土壤含水量低于 60% 的时候,系统就会自动启动滴灌功能,而且还会依据苗期、结果期等不同阶段来动态调整水量,水资源利用率提升 60% 以上,番茄产量增 15%-20%。

精准施肥系统将土壤养分、作物生长以及肥料特性等方面的数据加以整合,从而达成“按需施肥”的目的。该系统借助传感器来采集土壤当中氮磷钾的含量情况,同时也收集作物的长势相关信息。而后经过对这些数据展开大数据分析,智能施肥机便能够依据分析结果来进行变量施肥操作。在小麦种植的具体实践当中,该系统会根据小麦处在不同的生长阶段这一实际情况,去调整氮磷钾的配比状况。如此化肥的使用量能够减少 25%-30% 不等,与此小麦的产量还能够提升 10%-12%,并且其蛋白质含量也能够提高 1 至 2 个百分点。

病虫害智能防治构建“监测-预警-防治”全链条,破解传统盲目施药难题。虫情测报系统实时采集虫情,结合气象与历史数据,AI算法提前3-7天预警。农户远程启动智能喷雾设备,变量喷雾技术按需调药量^[9]。棉花种植中,系统精准识别害虫,农药用量减40%以上,防治效果达90%以上,降低环境污染。

在设施农业领域当中,环境精准调控是借助各类传感器来实时采集温、湿、光以及二氧化碳等方面的数据,而后再将这些数据上传至云端,在云端经过AI算法与作物生长模型相结合的方式进行分析处理,驱动相关设备自动调节。例如温室黄瓜种植时,该系统精准控制各项环境参数,其生长周期能够缩短10-15天的时间,产量则可提升20%-25%,并且畸形果率也能降低至5%以下的水平。

2.3 产后处理:精准溯源,提升产品价值

在智能采收领域当中,智能采收设备可以极为精准地对作物成熟度加以判断,进而达成适时采收的目标。果实成熟度传感器通过检测糖分、硬度、色泽等指标判定采收标准,智能机器人则依据数据自动定位成熟果实,并利用机械臂进行无损采摘。例如,在草莓种植中,采收机器人通过视觉识别成熟草莓,准确率超98%;其柔性夹持技术可高效采摘,效率达80-100颗/小时,果实损伤率低于3%,较人工采摘效率提升50%以上。

在智能存储领域当中,智能仓储系统会实时去监测温度、湿度以及气体成分等一系列参数,以此来达成对农产品进行精准保鲜的目的。各类传感器不断地采集环境方面的数据,并且把这些数据上传到云端,经过大数据分析之后,再由智能调控设备自动地去调整环境的条件,进而让保鲜期得以延长。如在苹果存储方面,该系统把温度控制在0-2℃、湿度控制在90%-95%、氧气浓度控制在3%-5%、二氧化碳浓度控制在1%-2%,如此便能让苹果的保鲜期延长至6-8个月,而且好果率能够保持在95%以上。

全程溯源而言,凭借物联网、RFID以及区块链技术构建起来的溯源系统,达成了农产品从种植直到销售这一整个流程皆可追溯的目标。该系统会把种植、采收、加工、运输等诸多环节的相关信息记录下来,如作物的具体品种、施肥用药的情况、加工所采用的工艺、运输期间的温湿度状况等等。消费者只需扫一扫产品上面的二维码,便可以轻松查询到完整的相关信息,进而可以做到“来源可查、去向可追”,以此来提升产品的可信程度以及市场竞争力^[10]。

3 智慧农业技术在农作物栽培中应用的优化策略

智慧农业技术在农作物栽培中应用的优化策略需多维度协同推进。首先,强化技术创新与融合,聚焦高端传感器、专用算法等核心技术,加大研发投入推动产学研攻关,研发国产化低成本设备,构建“感知-分析-决策-执行”全链条体系,同时以政府牵头制定统一标准,打破“信息孤岛”,实现设备与平台互联互通。其次,健全人才培养体系,高校增设跨学科专业、构建适配课程体系并强化实践教学,建立基层技术推广人员常态化培训机制,通过多形式开展农户培训,培育新型职业农民,填补复合型人才缺口。再次,拓宽资金投入渠道,设立专项基金并给予政策补贴,建立资金绩效评价机制,引导金融机构创新产品与服务,构建“政银企担”联动机制,吸引社会资本参与,形成多元化投入格局。此外,完善政策支持体系,出台实施细则与配套政策,加大农村网络、电力等基础设施投入,健全数据安全法律法规与技术服务体系,为智慧农业技术落地筑牢保障。

4 结语

智慧农业技术依托物联网、人工智能等核心技术协同,实现农作物栽培全流程数字化、精准化转型,在产前规划、产中管理、产后处理等环节成效显著,为破解传统农业痛点、保障粮食安全提供有力支撑。尽管面临技术融合、人才储备、资金投入、政策配套等挑战,但通过多维度优化策略,其规模化推广前景广阔。未来,随着技术创新深化与应用场景拓展,智慧农业将持续赋能农业高质量发展。

参考文献:

- [1] 杨青兰, 苏杭, 武子义等. 智慧农业技术在农作物栽培中的应用探索[J]. 棉花科学, 2025,47(08):119-121.
- [2] 马丹, 高若晴. 基于物联网技术的智慧农业系统设计与实现[J]. 数字技术与应用, 2025,43(06):22-24.
- [3] 赵耀辉. 智慧农业技术在农业经济中的应用与影响[J]. 中国农机装备, 2024,(12):89-91.
- [4] 姚雷. 江苏智慧农业技术在作物栽培中的推广[J]. 农业工程技术, 2024,44(35):54-55.
- [5] 李艳丽, 崔冉. 智慧农业技术在农作物种植与农业产业结合中的应用[J]. 农业产业化, 2024,(11):29-31.
- [6] 江影. 智慧农业技术在农作物栽培中的应用与效果分析[J]. 农业工程技术, 2024,44(20):85-86.
- [7] 孙衍杰. 智慧型农业技术对农业种植的影响探索[J].

棉花科学, 2023,45(01):39-41.

[8] 周洋, 钱国英. 智慧农业技术在农业发展中的实践与应用[J]. 南方农机, 2023,54(02):87-88+92.

[9] 宋晓虹. 物联网技术在智慧农业中的应用及发展模

式创新探索[J]. 南方农机, 2022,53(23):163-165.

[10] 金曙光. 基于物联网技术背景下的智慧农业应用研究[J]. 种子科技, 2022,40(20):136-138.

通讯作者: 张燕。