

# 物联网传感器在智慧农业中的应用探讨

郭婷婷

河北省科技工程学校

DOI:10.32629/as.v8i12.3511

**[摘要]** 随着农业现代化进程的加速,智慧农业已成为破解传统农业生产效率低下、资源浪费严重等问题的核心路径。物联网传感器作为智慧农业的数据采集核心,其应用质量直接决定了农业智能化决策的科学性与精准性。本文基于农业生产的实际场景需求,从传感器选型适配、部署优化、数据融合管理、技术协同创新四个维度探讨应用策略,希望能够为推动物联网传感器在智慧农业中的规模化、高效化应用提供理论参考与实践指导。

**[关键词]** 物联网传感器; 智慧农业; 应用策略

**中图分类号:** DF413.1 **文献标识码:** A

## Discussion on the Application of Internet of Things Sensor in Smart Agriculture

Tingting Guo

Hebei Provincial Science and Technology Engineering School

**[Abstract]** With the acceleration of agricultural modernization, smart agriculture has emerged as a key solution to address challenges in traditional farming, including low productivity and excessive resource waste. As the core data collection component in smart agriculture, the quality of IoT sensor applications directly determines the scientific rigor and precision of agricultural decision-making. This paper examines application strategies across four dimensions—sensor selection and compatibility, deployment optimization, data integration management, and technological innovation—based on practical agricultural scenarios. The research aims to provide theoretical references and practical guidance for promoting large-scale and efficient deployment of IoT sensors in smart agriculture.

**[Key words]** sensor of Internet of Things; smart agriculture; application strategy

### 引言

随着物联网、大数据等信息技术与农业深度融合,智慧农业成为破解传统农业困境的关键路径,而物联网传感器作为数据采集核心,是实现精准感知、智能决策的基础支撑。我国高度重视智慧农业发展,多项政策明确推动传感器等智能设备推广,但当前应用中仍存在选型不合理、部署不科学、数据利用率低等问题,探索物联网传感器的科学应用策略,对提升农业生产精准化水平、降低资源消耗、推动农业数字化转型具有重要意义。

### 1 物联网传感器在智慧农业中的应用场景

#### 1.1 土壤环境监测

土壤是作物生长的基础,土壤环境的优劣直接影响作物的生长发育与产量品质。物联网传感器可以实时采集土壤温湿度、酸碱度(pH值)、电导率(EC值)、养分含量(氮、磷、钾等)、容重等指标,为精准施肥、灌溉提供数据支撑<sup>[1]</sup>。例如,土壤湿度传感器监测土壤含水量,当含水量低于阈值时,自动触发灌溉系

统,实现按需灌溉;土壤养分传感器分析土壤养分状况,结合作物需肥规律,制定个性化施肥方案,减少化肥浪费。

#### 1.2 气象环境监测

气象条件是影响农业生产的重要因素,温度、湿度、光照、降水、风速、风向等气象指标的变化直接影响作物的光合作用、呼吸作用与生长周期。物联网传感器可以构建区域性气象监测网络,实时采集气象数据,通过数据分析预测气象灾害(如霜冻、暴雨、台风等)的发生时间与影响范围,为农业生产提供预警服务。例如,在果树种植中,运用温度传感器监测夜间气温,当气温接近冰点时,及时启动防霜设备,避免果树受冻;在设施农业中,运用光照传感器数据调控遮阳网、补光灯,保证作物获得适宜的光照条件。

#### 1.3 作物生长状态监测

作物生长状态监测是实现精准化管理的关键,运用传感器实时获取作物的生长指标,能够及时掌握作物生长状况,发现生长异常并采取针对性措施。常用的传感器包括图像传感器、光

谱传感器、茎秆直径传感器等,图像传感器可以拍摄作物叶片、果实的形态,分析作物的生长态势与病虫害发生情况;光谱传感器可以检测作物的叶绿素含量、水分含量等生理指标,判断作物的营养状况;茎秆直径传感器实时监测作物茎秆的生长速度,反映作物的生长活力<sup>[2]</sup>。

#### 1.4 水资源监测

水资源是农业生产的重要资源,物联网传感器可以对农田灌溉用水、地下水、地表水等水资源进行实时监测。水位传感器可以监测水库、池塘的水位变化,为灌溉调度提供依据;流量传感器可以计量灌溉用水量,实现水资源的精细化管理;水质传感器可以检测灌溉水的pH值、溶解氧、重金属含量等指标,保障灌溉用水质量,避免土壤污染。

#### 1.5 病虫害监测

病虫害是制约农业产量的重要因素,传统病虫害监测依赖人工巡查,效率低、准确性差。物联网传感器可以实现病虫害的自动化、智能化监测,常用的传感器包括诱捕式传感器、气味传感器、振动传感器等。诱捕式传感器通过诱捕害虫并拍摄图像,识别害虫种类与数量;气味传感器可以检测作物受病虫害侵袭时释放的挥发性气体,实现病虫害的早期预警;振动传感器可以捕捉害虫活动时产生的振动信号,判断害虫的发生情况。

### 2 物联网传感器在智慧农业中的应用策略

#### 2.1 科学选型: 基于场景需求的适配策略

##### 2.1.1 明确生产需求与场景特征

在传感器选型前,需要全面的分析农业生产的具体需求与场景特征,明确监测指标、监测精度、监测频率、使用环境等关键参数。例如,露天种植场景需重点考虑传感器的防水、防尘、抗风、耐腐蚀性能;设施农业场景则需关注传感器的多参数集成能力与环境适应性;小规模农户可以选择功能单一、操作简便、成本较低的传感器,大规模农业企业则可以根据需求选择多参数、高精度、智能化的传感器设备。除此以外,还需要结合作物种类与生长周期,确定所需监测的核心指标,如种植水稻需重点监测土壤湿度、水位、水温等指标,种植果树需重点监测土壤养分、光照强度、果实生长状态等指标<sup>[3]</sup>。

##### 2.1.2 优化传感器性能参数匹配

根据生产需求与场景特征,选择性能参数与实际需求相匹配的传感器,避免盲目追求高参数、高价格,在精度选择方面,根据监测指标的重要性确定合适的精度等级,例如,土壤养分传感器的精度需满足施肥决策的需求,气象温度传感器的精度需达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以上;在监测频率选择方面,结合作物生长特性与环境变化速度,合理设置监测间隔,例如,土壤湿度传感器在作物需水关键期可以设置为每小时监测一次,非关键期可以设置为每天监测一次;在通信方式选择方面,根据监测区域的网络覆盖情况与数据传输需求,选择合适的通信技术,例如,偏远地区可以选择LoRa、NB-IoT等低功耗、广覆盖的通信技术,靠近城市的区域可以选择5G、Wi-Fi等高速通信技术。

##### 2.1.3 推进传感器接口标准化

相关部门可以加强行业标准制定,推动传感器接口的统一化与标准化,确保不同品牌、型号的传感器能够与农业物联网平台无缝对接,鼓励传感器生产企业采用国际通用接口标准,或参与制定行业统一接口规范,提高传感器的兼容性与互换性。除此以外,智慧农业平台建设应充分考虑传感器接口的多样性,开发兼容多种接口标准的数据采集模块,降低传感器选型与集成的难度。

#### 2.2 优化部署: 基于精准感知的规划策略

##### 2.2.1 科学规划部署密度与范围

结合监测区域的地形地貌、作物分布、生产规模等因素,合理确定传感器的部署密度与范围,实现监测数据的全面覆盖与精准采集。在农业当中可以采用空间插值法、地理信息系统(GIS)等技术,分析监测区域内环境与作物指标的空间变异特征,在变异程度较大的区域适当增加部署密度,在变异程度较小的区域减少部署数量,避免数据重复采集与监测盲区<sup>[4]</sup>。例如,在平原地区的大田作物种植中,可以按照每50—100亩部署一个土壤传感器的密度规划;在山地果园中,根据地形起伏情况增加部署密度,确保每个种植小区都有传感器覆盖。

##### 2.2.2 合理选择部署位置与方式

根据传感器类型与监测指标的特点,选择合适的部署位置与方式,确保数据采集的准确性与稳定性。土壤传感器应安装在作物根系分布区域,深度一般为10—30厘米,避免安装在地表或土壤硬结区域;气象传感器应安装在开阔、无遮挡的区域,距离地面高度1.5—2米,避免靠近建筑物或树木、热源等干扰源;作物生长状态传感器应根据作物类型选择部署位置,如叶片传感器可以安装在作物中上部功能叶上,果实传感器应固定在果实生长稳定的部位,避免遮挡与机械损伤。在部署方式上,采用“固定部署+移动部署”相结合的模式,核心监测区域采用固定安装方式保证数据连续性,边缘区域或临时监测需求采用移动传感器(如搭载在无人机、农业机器人上)补充数据。

##### 2.2.3 兼顾生态保护与部署可行性

在传感器部署过程中,应尽量减少对农田生态环境的破坏,选择对土壤结构、作物生长影响较小的安装方式。例如,土壤传感器安装采用微创钻孔方式,避免大面积开挖;传感器支架采用可降解材料或回收利用材料,降低环境污染。除此以外,传感器安装位置应便于后期检修、校准与更换,避免部署在交通不便或危险区域。例如,山地果园的传感器可以部署在便于人员通行的步道旁,温室传感器应避开灌溉设备喷水范围。

#### 2.3 数据管理: 基于价值挖掘的融合策略

##### 2.3.1 提升数据质量管控水平

在智慧农业建设中,建立全流程数据质量管控机制,从数据采集、传输到存储、分析各环节保障数据可靠性。在数据采集阶段,选择精度高、稳定性强的传感器,并定期进行校准维护,减少传感器自身误差;在数据传输阶段,采用加密传输技术与数据校验机制,避免数据丢失或失真,例如运用CRC校验、重传机制确保数据完整性;在数据存储阶段,建立数据清洗规则,通过剔

除异常值、填补缺失值、去重等操作,提升数据质量。例如,采用箱线图法识别土壤湿度传感器采集的异常数据,通过线性插值法填补短时缺失的数据。

### 2.3.2 构建多源数据融合体系

在智慧农业建设中应统一不同类型、不同来源传感器的数据格式,制定标准化的数据接口与数据交换协议,实现土壤、气象、作物、水资源等多维度数据的整合存储,研发适用于智慧农业的多源数据融合算法,结合传感器数据的时空特性,采用加权平均法、卡尔曼滤波、神经网络等算法,实现数据的互补与优化。例如,将土壤湿度传感器数据与气象降水数据、作物蒸腾数据进行融合分析,更精准地判断农田水分供需状况;将图像传感器采集的病虫害图像数据与气味传感器数据结合,提高病虫害识别的准确率<sup>[5]</sup>。

### 2.3.3 深化数据挖掘与智能决策

在智慧农业建设中搭建基于大数据与人工智能的数据分析平台,开发针对性的数据分析模型,实现数据价值的深度挖掘。例如,基于传感器历史数据与作物生长模型,构建产量预测模型,提前预判作物产量;结合土壤养分数据、作物生理数据与气象数据,开发精准施肥推荐模型,生成个性化施肥方案;利用病虫害监测数据与环境数据,建立病虫害发生风险预警模型,预测病虫害发生趋势。

## 2.4 技术协同: 基于可持续发展的创新策略

### 2.4.1 推动传感器与农业机械深度融合

在智慧农业建设中应研发集成传感器的智能农业机械,实现作业过程的实时感知与自动调控。例如,在播种机上安装土壤湿度传感器与作物密度传感器,根据土壤湿度调整播种深度,根据田间作物分布情况自动调整播种密度;在施肥机上集成土壤养分传感器与流量传感器,实现变量施肥,避免化肥浪费;在灌溉设备上安装土壤湿度传感器与水位传感器,实现按需灌溉与精准控水。除此以外,开发农机与传感器数据的实时通信接口,确保传感器数据能够快速传输至农机控制系统,实现决策与执行的无缝衔接。

### 2.4.2 优化传感器与人工智能算法的适配性

基于田间实际传感器数据,训练与优化人工智能算法,提高算法在复杂农业环境中的泛化能力。例如,收集不同光照条件、不同生长阶段的作物病虫害图像数据,优化图像识别算法,提高田间病虫害识别的准确率;结合长期的传感器监测数据,训练作物生长预测模型,提升模型对环境变化的适应性。开发轻量化的人工智能算法,适配农业物联网平台的计算资源,实现数据的实时分析与决策反馈,满足农业生产的时效性需求。

### 2.4.3 构建完善的技术推广与服务体系

在智慧农业建设中加强对农户的技术培训,采用线上课程、线下培训班、田间示范等多种形式,普及物联网传感器的使用知识与操作技能,提高农户的技术应用能力。除此以外,还应建立专业化的技术服务团队,为农户提供传感器安装调试、维护维修、故障排查等一站式服务,解决农户在技术应用过程中遇到的问题。例如,组建移动技术服务车,定期深入田间地头,为农户提供传感器校准、设备检修等服务;开发技术服务APP,农户运用APP提交问题,获得在线指导或上门服务。

### 2.4.4 降低技术应用成本与提升可持续性

在智慧农业建设中应加大对物联网传感器技术的研发投入,优化产品设计与生产工艺,降低传感器的生产成本与售价,提高技术的可及性。例如,采用低成本的传感器芯片与材料,简化产品结构,开发经济型传感器产品,满足小规模农户的需求。建立传感器设备的租赁与共享机制,农户可以采用租赁方式使用传感器设备,减少一次性投入;鼓励农业合作社、农业企业集中采购传感器设备,共享使用资源,降低运营成本。

## 3 结束语

物联网传感器作为智慧农业的“感知神经”,其科学应用是推动农业数字化转型的核心支撑,立足农业生产实际场景,实现传感器技术与农业需求的精准匹配、数据资源的深度挖掘、相关技术的协同创新,才能真正发挥物联网传感器的技术优势,破解传统农业资源浪费、效率低下等难题。未来,需进一步加强产学研协同创新,攻克传感器在特殊农业场景的适配难题,完善数据共享与安全保障机制,降低技术应用成本,推动智慧农业技术向普惠化、规模化发展,为农业现代化建设注入源源不断的科技动力。

## [参考文献]

- [1]王成旭,陈燕慧.物联网智慧农业控制系统设计[J].现代信息技术,2022,6(8):3.
- [2]郭艳辉,白艳.物联网技术在智慧农业中的应用[J].河南农业,2023(8):62-64.
- [3]石峰,丁祎,闪慧月,等.基于物联网技术的智慧农业设计与实现[J].网络安全技术与应用,2022(1):125-126.
- [4]姚淑杰,王德荣,董春梅,等.物联网技术在智慧农业中的应用[J].当代农机,2023(11):71-72.
- [5]何建强,张莹,许兴.基于物联网的智慧农业监测管理系统研究[J].湖北农业科学,2024,63(8):176-181.

## 作者简介:

郭婷婷(1991--),女,汉族,河北保定人,本科,工作单位河北省科技工程学校,职称:讲师,研究方向:工业机器人,传感器技术应用。