智慧农业发展背景下物联网技术在农业生产中的应用研究

郭子琨，石紫妍
湖南应用技术学院，湖南 常德 415100
DOI: 10.61369/TACS.2026080056

摘　　要： 构建出适配常德市农业实际情况的物联网技术应用模式，能给技术规模化推广打下坚实的实践基础。本文结合常德市三大农业场景，构建出差异化的应用模式，然后再选3个有代表性的试点，采用“实验组＋对照组”的对比方法，开展1年的实证分析。结果显示，在实验组里应用这套物联网技术体系和模式，对比着对照组来说，灌溉用量、化肥用量分别减少30%、25%以上，劳动力成本就能降低40%以上，综合效益就能提升15%–20%，灾害损失也能减少60%以上，有效解决实际生产中的痛点，既可行又能推广。
关 键 词： 物联网技术；农业应用模式；实证分析；精准农业

Research on the Application of IoT Technology in Agricultural Production under the Background of Smart Agriculture Development

Guo Zikun, Shi Ziyan
Hunan Institute of Applied Technology, Changde, Hunan 415100

Abstract: Constructing an IoT technology application model tailored to the actual agricultural conditions of Changde City can lay a solid practical foundation for the large-scale promotion of this technology. This paper integrates three major agricultural scenarios in Changde City to build differentiated application models. Subsequently, three representative pilot sites were selected, and a one-year empirical analysis was conducted using a "treatment group + control group" comparative method. The results indicate that, compared to the control group, the application of this IoT technology system and model in the treatment group reduced irrigation water usage and fertilizer consumption by more than 30% and 25%, respectively. Additionally, labor costs decreased by over 40%, comprehensive benefits increased by 15% to 20%, and disaster losses were reduced by more than 60%. These findings demonstrate that the proposed model effectively addresses pain points in actual production, proving to be both feasible and highly scalable.
Keywords: iot technology; agricultural application model; empirical analysis; precision agriculture

引言

常德市作为农业大市，水稻、柑橘等特色产业很突出，但丘陵山地和平原的农业场景差异大，而且物联网技术应用还处在试点阶段，没有适配区域实际的应用模式，会制约技术落地。农业物联网应用模式，就是依托物联网技术，把政府、企业、农户这些主体整合起来，让各个主体协同起来，形成农业精准管控的协同机制。构建出科学可行的应用模式，再开展实证分析，能破解常德市农业物联网应用的痛点，验证技术体系的实际效果，还能推动特色产业提质增效，给同类农业大市提供实践参考，助力农业现代化和乡村振兴。

一、常德市农业生产现状及物联网应用问题分析

（一）常德市农业生产基本现状

1. 农业要素条件分析

常德市地处洞庭湖平原西北部，土地资源丰富，耕地面积也广，土壤主要是水稻土和红壤，合理利用这些土壤条件，适合种植水稻、柑橘、油菜这些作物。常德市属于亚热带季风气候，四季分明、降水也充足，但遇上洪涝、干旱这些气候灾害，会对农业生产造成不小的影响。该市的水资源总量很充足，但分布不均匀，在平原地区合理调配水资源，就能充分发挥水资源的优势，

项目信息：本文系2025年科研校级项目“基于物联网技术的现代化农业发展模型在常德市的应用研究”（课题编号2025HHYB20）的阶段性成果。
作者简介：
郭子琨（1991.1—），男，籍贯：湖南省常德市人，汉族，学历：本科，现有职称：助理实验师；研究方向：物联网嵌入式开发；
石紫妍（2006.8—），女，籍贯：湖南省邵阳市人，汉族，学历：本科，研究方向：物联网嵌入式开发。

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

而丘陵山地没有有效的节水措施，会出现季节性缺水的问题[1]。

2. 农业生产发展痛点

当前常德市的农业生产还是以传统模式为主，存在三大核心痛点。一是资源利用不合理，灌溉、施肥大多靠经验，一直沿用这种传统的灌溉施肥方式，会造成严重的水资源浪费[2]。虽然化肥施用强度实现了负增长，但在部分区域还存在过量施肥的情况，导致土壤肥力下降[3]。二是生产效率偏低，田间管理大多靠人工，比如传统的墒情监测，还得人工下地检测，又耗时又耗力，没法实现大面积、实时监测，再加上劳动力成本逐年上升，会进一步制约生产效率的提升。三是决策缺乏科学性，灾害预警比较滞后，应对洪涝、干旱这些灾害的措施比较被动，而且作物病虫害监测不及时，会影响农产品的产量和质量，比如部分水稻种植区，灌溉不及时，就会导致减产[4]。柑橘种植区病虫害监测滞后，影响果子的品质[5]。

3. 物联网技术应用基础

常德市已经具备了一定的物联网技术应用基础，西洞庭管理区中联智慧农业（水稻）项目，已经建成了300亩试验田，还布设了传感器网络，实现水稻田水情、温湿度等参数的实时监测和远程调控。家家红柑橘产业园引入了以色列水肥一体化灌溉设施，依托传感器数据进行调控，实现精准的水肥供应。西湖管理区德人牧业采用了物联网技术，实现奶牛养殖的精准监测和管理。同时，常德市大力推进高标准农田建设，2025年完成了78.25万亩高标准农田建设任务，以高标准农田为载体，给物联网技术的规模化应用提供良好的基础设施支撑。

（二）常德市农业物联网应用现状及存在问题

1. 物联网应用现状

目前常德市物联网技术在农业生产中的应用还处在试点阶段，主要集中在设施农业、规模化种植基地，应用场景主要是环境监测、水肥调控，比如智能大棚的温湿度监测、水稻田的墒情监测等。应用技术主要是基础的传感器监测、简单的数据传输，部分试点采用STM32嵌入式系统实现数据采集与设备控制，但整体应用水平比较低。应用主体主要是农业龙头企业、大型合作社，中小农户应用得比较少，而且应用区域集中在西洞庭、西湖等管理区，在丘陵山地这些农业主产区还是没有物联网应用，会导致区域应用不均衡。

2. 存在的理论与实践问题

理论层面，一是缺乏结合常德市农业要素条件的物联网应用理论支撑，现有研究大多照搬外地模式，没有充分考虑常德市的土地、气候、水资源差异，还有特色产业的特点，导致技术应用和区域实际脱节。二是物联网技术与精准农业管理理论的融合不够深入，数据处理算法、决策模型没有实现本地化优化，难以满足常德市农业生产的个性化需求。三是区域农业物联网发展模式研究不足，没法形成适配常德市水稻、柑橘等特色产业的“物联网+农业”发展模式，制约技术的规模化推广。

实践层面，一是传感器选型的适配性不足，部分试点采用的传感器，没有充分考虑常德市田间高温、高湿、多干扰的环境特点，出现故障率高、数据精度低的问题。二是传感器网络布设不合理，在部分区域存在信号覆盖不足、数据传输不稳定的情况，尤其是丘陵山地，再加上通信技术适配性较差，会影响数据采集的效果。三是智能控制系统不完善，STM32嵌入式系统的设备控制功能，没有充分发挥出来，而且自动化调控水平比较低，大多依赖人工干预，会降低技术的应用效率。四是数据处理与应用能力薄弱，收集到的农田数据，没有得到充分的分析利用，而且没有结合最新的数据融合算法，难以形成科学的生产决策依据。五是应用成本比较高，中小农户承担不起传感器、云平台、设备安装这些费用，会导致技术推广难度加大。

二、常德市农业生产中物联网技术实践应用

（一）感知层：传感器网络布设与设备选型

感知层是物联网应用的基础，核心就是精准采集农田的关键参数，结合常德市的农业环境，采用“精准选型+科学布设”的模式。传感器选型适配田间高温高湿、抗干扰的需求，保障数据采集的稳定性，其中土壤湿度选用YL-69传感器（防水IP67），温湿度选用DHT11传感器，光照选用GL5528传感器，气象选用集成式AWS-600传感器，作物生长选用光谱传感器，而且都选用低功耗型号，降低后期的运维成本。布设方面，在平原农田采用网格状布设（间距50-100米），丘陵山地采用分层布设，智能大棚里均匀布设，而且传感器距地面10-20厘米，提升布设的合理性。采用STM32F103C8T6单片机同步采集数据，按不同场景设置采集频率，而且内置缓存，避免数据丢失。

（二）传输层：多模式通信技术适配

传输层的核心就是实现数据的实时稳定传输，采用“Wi-Fi+LoRa+NB-IoT”的融合模式，适配常德市的农田分布，在平原集中农田用Wi-Fi6实现高速传输，满足大量数据的传输需求。在丘陵山地用LoRa技术（每2-3公里布设一个网关），能解决信号薄弱的问题。在智能大棚用NB-IoT技术，能降低应用成本。同时，加装信号放大器，优化网关的位置，而且建立故障预警机制、定期维护设备，能减少信号丢失，保障数据传输稳定。

（三）平台层：数据处理与云平台开发

平台层依托阿里云、中联智能云，搭建常德市专属的子平台，设置多个模块和多角色权限，数据保留不少于3年，为后续的数据分析和优化提供支撑。整合NRT-GSF星地融合、卡尔曼滤波等算法，能优化数据精度。建立水肥优化、灾害预测模型，提前72小时推送灾害预警。优化交互设计，开发手机APP和网页端，实现数据查看、远程控制和数据导出，适配种植户的操作需求。

（四）应用层：精准管理与自动化控制落地

应用层聚焦落地实效，实现精准管控。精准灌溉施肥和STM32系统、云平台联动起来，能按照作物的需求自动调控。智能大棚联动相关设备，能自动调控温湿度和光照。灾害预警结合气象数据，能推送防控建议。通过光谱传感器监测作物生长，再结合AI算法预测产量，能为生产调度和销售提供支撑，切实解决常德市农业生产的痛点问题。

（五）体系运维与成本控制

1. 体系运维方案

建立“定期维护+故障预警+技术培训”的运维机制。定期

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

对传感器、通信设备、控制设备进行维护，每月检查1次传感器精度，每季度清理设备灰尘、检查线路，每年对设备进行校准和更换，降低设备故障率。依托云平台的故障预警模块，实时监测设备运行状态，而且出现故障后及时排查，建立运维档案记录设备维护情况，提升运维效率。开展技术培训，针对种植户、管理员，开展物联网设备操作、平台使用、故障排查等培训，每月培训1次，提升从业人员的技术水平。同时联合高校、科研机构，借助他们的技术力量，为运维提供支持，确保最新的研究成果能快速应用到运维实践中。

2. 成本控制措施

针对物联网技术应用成本较高的问题，采取“低成本选型 + 政府补贴 + 规模化推广”的措施，降低应用成本。选用性价比高、低功耗的传感器和设备，不盲目追求高端设备，比如选用STM32F103C8T6嵌入式微控制器，既能满足性能需求，又能降低成本。积极争取政府的农业扶持资金，对中小农户购买物联网设备给予30%-50%的补贴，降低农户的负担。推动物联网技术规模化应用，集中采购设备、统一布设网络，能降低设备采购和安装成本。优化系统设计，减少设备能耗，能降低后期的运维成本，让中小农户能够承受、愿意去应用。

三、常德市农业物联网技术应用模式构建与实证分析

（一）应用模式构建

1. 模式构建思路

借鉴衡水卫星巡田、西洞庭智慧水稻产业园等案例，结合常德市的农业要素、特色产业，还有前文构建的物联网技术体系，构建出“政府引导 + 企业主导 + 农户参与 + 科研支撑”的应用模式。这个模式的核心，就是依托物联网，实现“精准监测 - 科学决策 - 自动化控制 - 提质增效”的闭环管理，适配水稻、柑橘等主导产业，而且兼顾规模化基地和中小农户，保障这个模式可行、可推广。

2. 具体应用模式

结合常德市的农业场景，构建三种差异化模式。模式一为平原规模化水稻模式，以西洞庭管理区等为核心，依托高标准农田，布设传感器网络，采用 Wi-Fi+LoRa 通信，而且由龙头企业主导规模化种植、统一运维设备，农户以土地入股的方式参与，实现规模化精准种植。模式二为丘陵山地柑橘模式，以石门县等为核心，分层布设传感器，采用 LoRa 技术，而且由合作社牵头，组织农户分摊成本、推送精准管控建议，适配丘陵山地柑橘种植的需求。模式三为设施农业模式，以智能大棚为核心，采用 NB-IoT 技术，而且由种植大户或企业主导，实现温湿度、水肥等的自动化调控，提升产出效益。

（二）实证分析

1. 实证试点选取

选取西洞庭水稻基地（200亩）、石门柑橘基地（150亩）、鼎城区智能大棚（50亩）作为试点，而且把试点周期设为1年，覆盖作物的完整生育期，同时确保试点有代表性、有物联网应用基础，还有高参与意愿，保障实证结果的科学性和可靠性。

2. 实证方案设计

采用“实验组 + 对照组”的对比设计，让实验组应用本文构建的技术体系和模式，对照组采用传统的人工模式，而且同步收集环境、资源消耗、产出、经济及灾害防控等相关数据，确保数据真实完整，为后续的效果分析提供有力支撑。

3. 实证实施过程

实证实施分为三个阶段进行。1个月的准备阶段，完成设备布设、平台调试和技术培训，为实证实施奠定坚实基础。10个月的实施阶段，让两组分别按照对应的模式作业，并且详细记录相关数据，确保数据的连续性和完整性。1个月的总结阶段，整理数据、分析效果、排查问题，得出可靠的实证结论。

4. 实证结果分析

四维度对比分析显示，在实验组里严格应用这套技术体系和模式，在资源利用方面，实验组的灌溉、化肥用量就能分别减少30%、25%以上。在生产效率方面，劳动力成本能降低40%以上，大幅提升作业效率。在经济效益方面，产量能提升10%-15%，综合效益能提升15%-20%。在灾害防控方面，损失能减少60%以上，预警防控效果特别显著。

5. 实证结论与优化建议

实证结论表明，构建的技术体系和应用模式适配常德市的农业实际，那就能有效解决农业生产中的核心实际问题，也验证了它的可行性和实用性，适合进行推广。优化建议如下：优化丘陵山地传感器和网关的布设，能提升信号覆盖效果；批量采购设备、争取政府补贴，能进一步降低应用成本；开展常态化的技术培训，能推动成果转化，扩大应用范围。

四、总结

本文构建了“政府引导 + 企业主导 + 农户参与 + 科研支撑”的差异化物联网应用模式，这个模式覆盖了三大农业场景，通过实证分析，能验证这个模式和技术体系是有效的，还能量化出资源利用、生产效率等多个维度的提升效果，解决常德市农业物联网应用的核心实际问题。未来，要扩大实证试点的范围、延长实证周期，优化丘陵山地的信号覆盖和设备成本控制，以及结合特色作物的生长规律，优化决策模型，助力常德市智慧农业高质量发展。

参考文献

[1] 唐英俊 . 物联网技术在农产品质量安全检测中的应用研究 [J]. 南方农机 ,2025,56(21):69-72.

[2] 胡洁 , 努尔比艳木・库尔班 . 物联网技术在农业机械智能监测与故障诊断中的应用 [J]. 农机使用与维修 ,2025,(11):112-115.

[3] 王国安 , 何文乐 , 徐素枚 . 物联网技术在智能农业管理中的应用研究 [J]. 科技资讯 ,2025,23(19):183-185.

[4] 陈可 , 马飘 , 张延发 , 等 . 江苏省农业物联网技术发展现状分析及对策建议 [J]. 江苏农机化 ,2025,(05):24-27.

[5] 刘雪超 . 智慧农业发展背景下物联网技术在设施农业中的应用 [J]. 无线互联科技 ,2022,19(04):70-71.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.