

# 基于物联网的农产品质量安全检测技术研究

吴赵本卓 章 阳 王龙翔 苏利国 李 湘  
安徽信息工程学院 安徽芜湖 241000

**摘要:**目的:在国家食品安全与乡村振兴战略背景下,分析物联网在农产品质量安全检测中的应用现状与优化路径。方法:通过文献梳理与政策解读,结合典型应用案例,从感知与检测技术、系统建设运行、制度与人才等方面进行系统分析。结果:研究表明,物联网技术已在环境监测、冷链监管和追溯管理中初步应用,但在关键检测技术、标准化水平、平台互联和队伍能力等方面仍存在短板。结论:应加强核心传感与快速检测技术攻关,构建标准化、平台化、可互联的监管体系,完善保障机制与应用模式创新,以提升农产品质量安全治理的智能化和精细化水平。  
**关键词:**物联网;农产品质量安全;检测技术;监管体系

## 前言

近年来,国家出台《食品安全法》《农产品质量安全法》《“十四五”全国农业绿色发展规划》等文件,强调健全从田间到餐桌的质量安全监管体系,推广物联网等信息技术在农业中的应用。与此同时,农药残留、重金属超标等问题仍时有发生,部分地区检测手段滞后、数据分散,难以及时发现和处置风险。在政策引导与现实压力作用下,开展基于物联网的农产品质量安全检测技术研究,构建实时监测、预警与追溯一体化体系,已成为保障居民食品安全和推动农业高质量发展的紧迫任务。

## 一、基于物联网的农产品质量安全检测技术发展现状

### (一)农产品质量安全检测需求与监管背景

近年来,居民对“安全、优质、可追溯”农产品的消费需求持续提升,监管部门对生产、加工、流通全链条质量安全的检测频次和覆盖范围同步扩大。国家先后出台《食品安全法》《农产品质量安全法》《关于加快推进重要产品追溯体系建设的意见》《“十四五”全国农业绿色发展规划》等文件,将运用物联网、大数据等现代信息技术提升农产品质量安全治理能力作为重要任务,提出健全风险监测、例行抽检、监督检查与应急监测相衔接的检测体系。各级政府加快建设农产品质量安全检测机构 and 快速检测网络,在规模化种养基地、批发市场、超市及电商平台等重点环节布设检测点和信息采集终端,通过检测数据的实时汇集与共享,为产地准出和市场准入提供依据,也为实施分级监管、风险预警和追溯管理

奠定基础,为基于物联网的农产品质量安全检测技术推广应用提供了明确的制度支撑和现实需求。

### (二)物联网关键技术及在农产品检测中的应用现状

当前,农业物联网技术已经形成较为成熟的“感知-传输-平台-应用”体系,并在农产品质量安全检测中得到初步推广应用。以窄带物联网(NB-IoT)为代表的低功耗广域网技术,因其低成本、覆盖广、功耗低而被广泛用于农业传感器网络部署。据统计,2020年我国传感器市场规模达约2510亿元,同比增长约14.7%,这说明随着传感器成本下降,基础设施建设门槛逐步降低,更易于在农田、仓储、物流等环节广泛部署。在实践中,传感器(包括土壤水分、温湿度、光照、气体成分、环境参数等)已经在若干智慧农业示范区用于灌溉控制、环境监测、冷链监测等环节。此外,伴随着云平台、大数据和智能分析技术的发展,收集到的多源异构数据能够集中存储与分析,为农产品质量安全实现环境监测、预警与追溯管理提供技术基础。如表1所示。

表1 物联网关键技术及在农产品检测中的应用

项目	应用/状况
感知层技术	NB-IoT/低功耗传感器网络部署,涵盖土壤、水分、温湿度、气体、环境等监测变量
覆盖成本与规模	2020年传感器市场规模约2510亿元,同比增长14.7%
数据处理与平台	云计算、大数据平台已在部分农业系统部署,实现数据汇集与智能分析
应用环节	种植基地环境监测、精准灌溉、仓储/冷链监控、物流追溯等多个环节已有实践

总体来看,物联网关键技术已经具备较好的基础条

件，其在农产品质量安全检测中的应用正从试点向规模化推广扩展，为实现全过程环境监控与安全保障提供了现实可能。

### （三）典型应用场景与实践案例

近年来，我国多个地区和产业链已将物联网（IoT）技术广泛应用于农产品质量安全与供应链管理中。在某些智慧农业示范区，通过部署土壤湿度、空气温湿度、光照、环境气体等传感器，实时监测种植环境与作物生长状况，并利用云平台汇集数据，支持精准灌溉与养分管理，为农产品安全生产提供技术保障。与此同时，在农产品收获后、冷链仓储与运输环节，也通过温湿度监测、实时定位、物流节点记录等IoT设备，保持冷链稳定、记录运输全过程，确保生鲜农产品在流通过程中始终符合安全与质量要求。如表2所示。

表2 简要的应用/实践情况

场景/环节	采用的物联网技术/监测内容	实践效果/功能
种植基地环境监测	土壤水分、空气温湿度、光照、气体等传感器+无线网络+云平台	实现精准灌溉与养分管理，改善农田管理效率与作物安全性
冷链仓储与运输	温湿度传感+实时定位+物流节点数据采集	冷链稳定监控，仓储运输全过程可追溯，降低农产品在流通环节的质量风险
供应链追溯/质量信息管理	RFID/电子标签/物联网+可视化平台	实现从田间到配送、销售全链条的信息记录与追溯管理，为监管与消费者查询提供支持

这些实践表明，物联网在农产品质量安全保障中已由理论验证进入实际应用阶段，为“产—流通—销售”全过程提供环境监测、冷链保障与可追溯管理的技术支撑，初步发挥了改善安全、提高效率和增强透明度的积极作用。

## 二、基于物联网的农产品质量安全检测技术存在的问题

### （一）感知与检测技术层面

田间及冷链环境复杂，温湿度、土壤养分等传感器长期暴露易漂移、老化，低成本设备精度与抗干扰能力不足，监测数据稳定性差。农药残留等痕量污染物检测依赖传统实验室仪器，快速检测设备多处于示范阶段，检出限、选择性等指标与标准方法存在差距，假阳性问题影响监管。感知终端能耗高、供电受限，偏远产区监测点布局不均；设备接口协议与数据格式缺乏统一规范，

系统集成难度大，数据质量制约检测体系效能。

### （二）系统建设与运行管理层面

检测平台多头建设导致碎片化严重，不同主体开发的系统形成信息孤岛，一体化监管难以实现。建设中重硬件轻运维，验收忽视运行质量评估，平台功能利用率低，部分监测点长期“有设备无数据”。运维经费与技术力量不足，传感器校准、平台升级滞后，系统稳定性下降；农村地区网络条件限制数据传输，平台故障诊断机制不完善。多级管理下权限分工不清晰，制度落实不到位，系统难以融入日常监管流程。

### （三）制度保障与人才队伍层面

相关法规政策多停留于宏观原则，未明确物联网数据法律效力、共享机制等细节，权责划分不清。技术标准在传感器选型、数据规范等环节统一性不足，影响数据对比与积累。复合型人才储备短缺，基层多由传统技术人员兼职信息化工作，企业缺乏专职管理人员，培训针对性不足，难以形成持续能力支撑。

## 三、基于物联网的农产品质量安全检测技术优化对策

### （一）强化关键核心检测与感知技术攻关

推进基于物联网的农产品质量安全检测，应以核心检测与感知技术为突破口，提升系统的准确性、稳定性和智能化水平。针对复杂农业环境，应研发高灵敏度、低功耗、抗干扰的多参数集成传感器，实现对温湿度、农药残留、重金属、真菌毒素等关键指标的实时感知与动态监测。加快新型光谱、拉曼、超声及电化学检测技术与物联网系统的深度融合，构建“传感采集—无线传输—云端识别”的快速检测模式，提升对微量污染物的识别精度。通过引入人工智能算法对多源异构数据进行建模分析，可实现自动特征提取、异常识别和预警决策，提高检测数据的可信度与响应速度。同时，建立统一的检测设备标定体系与数据质量控制标准，推动检测终端与感知设备的模块化和标准化生产，为大规模部署提供技术支撑，为实现精准监管和智能决策奠定坚实基础。

### （二）构建标准化、平台化和可互联的监管体系

构建标准化、平台化的监管体系是实现物联网检测数据高效共享与联动监管的关键。应加快制定涵盖传感器性能评价、数据格式与接口协议、通信安全、信息加密、追溯编码等环节的国家和行业标准，形成统一规范的技术体系。依托云计算和大数据平台，推动各地农产

品质量安全监管系统互联互通,实现生产、检测、流通、消费等环节的数据集成与动态更新。通过建立统一的监管数据中枢和可视化管理平台,监管部门可实现跨区域、跨层级的监测结果汇聚与分析,为风险预警、追溯处置和政策决策提供实时支撑。构建“政府监管—企业自控—社会监督”三位一体的协同机制,促进企业、检测机构与监管部门间的数据互认与业务协同,形成信息贯通、标准统一、协作高效的智慧监管格局,为农产品质量安全治理现代化提供制度与技术保障。

### (三) 完善保障机制与应用模式创新

完善保障机制与创新应用模式是推动物联网检测体系可持续运行的重要环节。应建立长期稳定的资金支持渠道,通过政府补贴、金融扶持和企业共建等方式,保障系统建设与运行维护的连续性。鼓励“物联网+第三方检测+保险金融”等复合模式,将检测数据作为信用评价、贷款担保和风险定价的重要依据,拓宽商业化应用空间。推进科研机构、高校与企业联合创新,建设国家级农业物联网技术创新中心和示范基地,形成技术研发、成果转化与推广应用的闭环机制。完善数据安全与隐私保护制度,建立权限分级管理、信息审计和责任追溯体系,确保检测数据安全可信。加强复合型人才培养,构建覆盖研发、检测、监管和运维全流程的培训体系,提升基层人员对系统的应用与管理能力。通过机制保障与模式创新协同发力,为物联网检测技术的普及推广与

长效发展提供坚实支撑。

### 结论

基于物联网的农产品质量安全检测技术,为实现从产地环境、生产过程到储运流通的全过程监测和可追溯管理提供了新的技术路径。通过构建由感知层、传输层、平台层和应用层组成的系统架构,可以对关键环境参数和安全指标进行实时采集与分析,为风险预警、质量评价和责任追溯提供数据支撑。当前在传感与检测精度、系统集成与运行管理、标准规范与人才队伍等方面仍存在制约因素,需要在核心技术攻关、标准体系建设和保障机制完善等环节协同发力。随着相关政策的持续推进和信息技术的不断成熟,物联网在农产品质量安全领域的应用将进一步深化,有望推动监管模式向智能化、精细化和协同化转型,为保障食品安全和促进农业高质量发展提供重要支撑。

### 参考文献

- [1] 刘江涛, 周建雄. 农产品质量安全检测技术探究[J]. 食品安全导刊, 2025, (18): 142-144.
- [2] 崔明. 农产品质量安全检测技术现状及发展趋势[J]. 中外食品工业, 2024, (16): 12-14.
- [3] 彭学义. 农产品质量安全检测技术优化要点[J]. 世界热带农业信息, 2023, (09): 78-79.