

农产品溯源与检测技术融合应用研究

杨波

中国检验认证集团广西有限公司

DOI:10.32629/as.v9i2.3754

[摘要] 为破解农产品质量安全管控中检测数据碎片化、溯源链条断层等难题,推动产品检测技术与全链溯源体系深度融合。本文聚焦农产品检测与溯源技术融合应用,明确融合系统的目标原则,设计分层总体架构,分析关键技术融合点与功能模块划分,构建数据关联映射、智能触发追踪、协同交互及安全防护体系,破解数据协同难题。结果表明,该系统可实现检测数据与溯源信息的精准联动,提升农产品质量管控的智能化与精细化水平,为农产品质量安全全流程监管提供技术支撑与实践参考。

[关键词] 农产品; 精检测控; 全链溯源; 技术融合; 质量安全管控

中图分类号: F762 文献标识码: A

Research on the Integration and Application of Agricultural Product Traceability and Detection Technology

Bo Yang

China Inspection and Certification Group Guangxi Co., Ltd.

[Abstract] To address challenges in agricultural product quality and safety management, including fragmented testing data and broken traceability chains, this study promotes the deep integration of product testing technologies with end-to-end traceability systems. The research focuses on the convergence of agricultural product testing and traceability technologies, clarifying the system's objectives and principles. It designs a hierarchical architecture, analyzes key technology integration points and functional module divisions, and establishes a data correlation mapping, intelligent trigger tracking, collaborative interaction, and security protection framework to resolve data coordination issues. Results demonstrate that the system achieves precise linkage between testing data and traceability information, enhancing the intelligence and precision of agricultural product quality control. This provides technical support and practical references for comprehensive supervision of agricultural product quality and safety throughout the entire process.

[Key words] agricultural products; precision testing and control; full-chain traceability; technology integration; quality and safety management

引言

农产品质量安全关系到民生健康和农业产业的可持续发展,产品检测是质量控制的主要手段,全链溯源是风险管控的主要途径,但两者脱节造成质量监管存在盲区。目前,农产品检测数据未有效融入到溯源链条中,溯源信息缺少农产品检测数据支撑,无法实现来源可查、去向可追、责任可究。因此本文以产品检测和溯源技术的融合构建为研究对象,分析其融合逻辑和关键路径,突破数据协同与智能监管难题,助力补齐农产品质量安全监管短板,促进农业产业高质量发展。

1 溯源与产品检测技术融合的总体设计

1.1 融合系统的目标与原则

融合系统核心目的是打通检测数据和全链溯源信息的壁垒,

使两者无缝对接与联动,促使农产品质量管控由被动应对转向主动防控,提升农产品质量管控的智能化、精细化水平,筑牢农产品质量安全防线。系统构建坚持实用性、精准性、安全性、可扩展性这四个原则,贴合农业生产、检测、监管的全部场景实际,避免技术冗余,精准将检测数据与溯源节点相联系,杜绝信息偏差,有效防范数据泄露、篡改、丢失,保障主体隐私和数据权威,适应检测技术更迭和农业产业更新需求,确保系统长期稳定使用。根据目前农业规模化生产、分散经营的情况,兼顾小农户、合作社、龙头企业的差异化需求,防止技术落地门槛过高。精准对接农产品从田间地头到餐桌全过程的监管痛点,既可以满足日常质量稽查需求,也可以满足突发质量事件快速处置的需求。

1.2 融合系统的总体架构设计

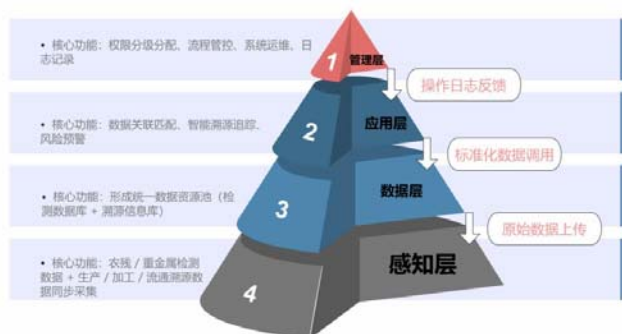


图1 融合系统的总体架构设计图

融合系统采取分层架构的设计,各层之间既互相独立,又相互配合,确保整个系统高效稳定地运行。感知层作为数据采集终端,整合检测设备和溯源采集工具,对农产品农残、重金属等检测指标以及生产、加工、流通各个环节的溯源数据进行同步采集,从而达成数据源头的全面覆盖;数据层主要完成数据的标准化处理、分类存储和初步整合,消除检测数据、溯源信息异构性,形成统一的数据资源池。应用层负责核心业务功能,完成数据关联分析、溯源追踪等实际业务需求;管理层对权限分级分配、流程管控、系统运维负责,规范各个主体的操作行为,确保系统的合规有序运行,四层架构形成完整的技术融合支撑体系。

1.3 关键技术融合点分析

关键技术融合以四大核心节点为主,解决二者的脱节问题。一是检测与溯源采集技术对接,把实验室检测技术和现场快速检测技术结合起来,将检测数据接入溯源采集终端,代替传统粗放的数据记录方式;二是大数据处理技术的应用,即清晰整合溯源数据、挖掘出其中的关系特征来支持数据的协同使用;三是物联网技术赋能系统,使检测数据与溯源节点信息实现实时同步,不受时空限制,确保数据的时效性;四是人工智能技术支撑,依靠智能匹配算法把检测结果与溯源节点进行精准的匹配,实现智能追踪的目的,从而提高管控效率。这四个技术彼此融合,形成全方位的支撑系统。通过整合高效液相色谱法等实验室检测方法与胶体金快速检测技术等现场初筛技术,实现了现场初筛与实验室验证数据的无缝对接,形成了一套覆盖全面、结果准确的数据验证体系。大数据处理技术可以发现溯源链条中各个环节的质量联系,为质量风险预判提供数据支持。

1.4 系统功能模块划分

按技术融合与控制实际将系统分为四个功能模块,确保职责清楚、相互协调。检测数据管理模块主要是对检测数据进行录入、审核、归档和调用,根据不同的农产品检测标准来确保数据的权威性。全链溯源信息录入模块对生产、加工等全部节点的信息进行采集,规范信息录入的维度和格式。数据关联分析模块将检测数据和溯源信息智能匹配与关联,进行分析,找出质量风险隐患。安全控制模块主要是针对数据安全、操作规范,构建防护体系,防范风险。四个模块覆盖数据采集、存储、分析、溯

源等全过程,满足一体化控制的各种基本需求。检测数据管理模块可以对接不同的检测设备,自动同步检测数据,按农产品品类、检测时间、检测指标等条件检索调用,适合多品类农产品检测管控。全链溯源信息录入模块设置标准化的录入模板,对各个节点的信息采集必填项和可选项进行规定,规范信息录入行为,防止溯源信息缺失、不规范。

2 检测与溯源技术融合的关键实现路径

2.1 检测数据与溯源信息的关联映射机制

建立标准化关联映射机制是实现技术融合的基础,关键在于消除数据异构性,实现检测数据和溯源信息的精准联动。首先,制定统一的数据编码规则,为各种农产品检测指标(农残、重金属含量等)、全链溯源节点(生产、加工、流通、销售等)分配唯一的标识,明确两者之间一一对应的关系,确保每一个检测数据都能准确对应到相应的溯源节点。其次,需规范数据格式和信息维度,统一检测数据的录入标准、精度要求以及溯源信息的采集范围,整理出各种农产品检测指标的差异,细分映射维度,防止出现数据错位的情况^[1]。再者,建立动态更新机制,根据检测方法的迭代和监管需求的变化,及时对编码规则和映射关系进行调整,定期校验数据关联性,及时修正偏差,夯实一体化管控的数据基础,确保检测数据可有效支撑溯源链条的完整性、权威性,溯源信息可准确反映农产品质量检测情况。同时,统一数据编码规则,根据农产品种类、产地、检测机构等信息建立编码体系,保证编码唯一性、可追溯性,满足多品类、跨区域农产品管控需求。此外,在数据格式规范上,我们严格遵循国家相关标准与采集规范。以此为基础,明确设定了检测数据的准确度与精度要求以及溯源信息的采集时限,并依据果蔬、畜禽、水产品等不同品类,细化其检测指标与溯源节点的具体映射规则。

2.2 基于检测结果的溯源智能触发与追踪

根据检测结果的智能触发和追踪,是破解质量风险管控滞后难题、实现主动防控的重要途径。其一,根据不同品类农产品国家、地方、行业检测标准科学设置各个检测指标的安全阈值,确定超标的判定规则,区分轻微超标、严重超标等不同的情况,为智能触发提供依据。其二,建立智能触发算法模型,综合检测数据与溯源信息,当检测结果超出安全阈值时,系统自动启动溯源跟踪程序,无需人工干预,极大提高响应速度。依靠全链溯源数据,在问题农产品的生产地块、加工企业、流通环节、销售终端中快速找到问题原因,调取各个生产环节的检测记录、操作日志等信息,精准追溯问题根源,并明确责任主体。其三,系统自动向监管部门、生产经营主体推送预警信息,标注问题类型、涉及范围、风险等级,提出针对性的处置建议,便于快速采取召回、销毁等控制措施,减少质量安全风险,比传统人工追踪模式提高了溯源的准确性、处理的速度,有效地防止了风险的扩散^[2]。其四,在设置安全阈值时,根据各个产区农产品的品质特点,在满足国家、地方、行业标准的基础上,细化不同产区农产品的阈值区间,避免“一刀切”的判定方式,提高阈值设置的合理性。智能触发算法模型利用机器学习技术,将历史检测数据以及溯源案例运

用进来,从而改善超标判定、溯源追踪的响应逻辑,提高风险识别的准确度。

2.3 融合系统的数据交互与协同工作流程

完善的数据交互与协同工作流程是融合系统高效运行、实现多方联动监管的关键。首先,制定标准化的数据交互协议,确定检测机构、生产经营主体、监管部门等各方面的数据交互规范,统一数据传输格式、接口标准和交互频率,消除不同主体、不同系统之间的数据壁垒,实现检测数据、溯源信息、监管指令的互通共享。其次,对全流程数据流转的环节进行梳理,确定各个主体的责任:生产经营主体负责录入生产、加工等溯源信息以及现场检测数据,检测机构负责上传实验室检测结果并完成数据审核和确认,监管部门负责调取数据、开展风险研判和监管执法。再者,重点规范检测数据审核流程,建立多级审核机制,确保检测数据的真实性、可靠性,杜绝虚假数据录入^[3]。此外,搭建数据同步通道,使检测数据与溯源信息可实时同步更新,确保各方所获得的数据一致,提高协同监管的效率。优化应急处置协同流程,出现质量问题时,能够迅速联动各方调取相关数据,协同推进问题处置,形成采集、审核、同步、应用、处置的闭环工作体系。标准化数据交互协议确定数据传输的加密规范以及容错机制,防止数据传输时出现丢失、篡改等情况,满足各个主体、各个系统之间对接的需求。对数据流转环节加以梳理,明确各个主体数据录入、审核、推送的时间节点,创建数据缺失、异常的反馈与补正机制,确保数据流转的顺畅性。

2.4 融合系统的安全与隐私保护

融合系统包含大量的检测数据、溯源信息以及主体隐私数据,建立多层次的安全防护体系是系统合规运行的前提。通过加强数据传输和存储的安全性,使用加密技术对数据传输过程进行全程加密,防止数据被窃取、篡改;建立安全存储服务器,对数据存储分区进行划分,把检测核心数据、溯源敏感信息单独存储、重点防护,定期做数据备份,制定应急恢复方案,防范数据丢失,确保数据长期安全保存^[4]。建立分级权限访问机制,根据不同的主体工作职责分配不同的数据访问权限,确定访问范围、操作权限,实行最小权限原则,防止越权访问,并对每一次的数据

访问、操作日志进行记录,实现操作可追溯,便于后续的核查。同时,兼顾数据共享和隐私保护,脱敏处理主体商业机密、个人隐私等信息的部分,规定好数据的使用流程、使用边界,既能满足多方数据协同的需求,又能保障主体的合法权益,确保系统符合数据安全相关法律法规要求,为技术融合应用提供安全保障。此外,数据加密采用对称加密和非对称加密相结合的方式,对传输中的敏感数据以及存储的核心数据进行双重加密,提高数据防护等级。安全存储服务器配备冗余备份设备,定时做全量备份和增量备份,采用异地备份的方式,防止自然灾害、设备故障造成的数据丢失^[5]。

3 总结

本文为解决农产品质量管控中的检测数据碎片化、溯源链条断层问题,构建产品检测与溯源一体化系统,确定系统建设目标和原则,设计分层总体架构,分析四大关键技术融合点并划分核心功能模块。建立数据关联映射机制、搭建溯源智能触发追踪模型、完善数据交互流程和安全防护体系,使检测数据和溯源信息准确联动。结果表明,该技术可提高农产品质量控制的智能化和精细化水平,能够弥补监管上的缺陷,为农产品质量安全的全过程监督提供有力的技术支持以及实践借鉴。

[参考文献]

- [1]钦巧眉,毛劲,程玲.农产品和食品中黄曲霉毒素检测与阻控技术研究现状及展望[J].农业工程学报,2025,41(10):1-14.
- [2]杨鸿刚.基于智能合约的农产品区块链溯源异常数据监测方法研究[D].安徽农业大学,2023.
- [3]刘然.生鲜农产品供应链溯源系统动态优化模型研究[D].东南大学,2023.
- [4]闵月.参考价格效应下生态农产品质量提升与供应链溯源技术引入策略研究[D].江西财经大学,2025.
- [5]秦源泽.面向农产品供应链溯源的联盟链跨组织合同交易机制研究[D].西北农林科技大学,2023.

作者简介:

杨波(1986—),男,中国广西梧州市人,本科,工程系列工程师;从事农产品及食品检测、产品溯源研究。