

Analysis of Construction Strategies for Food Safety Inspection and Evaluation Systems under Big Data Technology

Xuexia Chen Shaofei Pu Qiaoli Jia Fenlian Xie Yuling He

Qujing Inspection and Testing Certification Institute, Qujing, Yunnan, 655000, China

Abstract

Food safety is a core issue of public health. Traditional inspection and testing systems face challenges such as fragmented data and delayed risk response. Big data technology provides technical support for integrating multi-source monitoring data and achieving dynamic risk assessment, but existing systems still have room for optimization in aspects such as technical architecture coordination and management mechanism adaptation. This study constructs integration strategies from technical, management, application, and collaborative standardization perspectives. By building a data processing platform based on distributed computing architecture, developing intelligent analysis models to improve risk early warning accuracy, and establishing cross-departmental collaboration mechanisms and a dynamic standards system, it forms a systematic solution covering the entire process of data collection, analysis, and application, providing a theoretical reference for innovation in food safety regulatory models.

Keywords

Big data technology; food safety inspection and evaluation; construction strategies

大数据技术下食品安全检验检测评估体系的构建策略分析

陈雪霞 浦绍飞 贾巧莉 解粉莲 和玉玲

曲靖市检验检测认证院，中国·云南曲靖 655000

摘要

食品安全是公共健康的核心议题，传统检验检测体系面临数据碎片化、风险响应滞后等挑战。大数据技术为整合多源监测数据、实现动态风险评估提供技术支撑，但现有体系在技术架构协同、管理机制适配等方面仍存在优化空间。研究从技术、管理、应用及协同标准化层面构建整合策略，通过分布式计算架构搭建数据处理平台，研发智能分析模型提升风险预警精度，建立跨部门协同机制与动态标准体系，形成覆盖数据采集、分析、应用全流程的系统性解决方案，为食品安全监管模式创新提供理论参考。

关键词

大数据技术；食品安全检验检测评估；构建策略

1 引言

随着食品供应链朝着全球化以及复杂化的方向发展，食品安全风险因素变得日益多样。传统的检验检测依靠人工抽样以及实验室分析来开展，存在覆盖范围不够广泛、预警时效性欠缺等问题。大数据技术拥有海量数据处理以及深度挖掘的能力，可为构建全链条、并且实时化的食品安全检验检测评估体系提供全新的途径。在这样的背景状况之下，剖析大数据技术应用的体系构建策略，对于突破传统监管的瓶颈、提高风险防控的精准程度、保障公众饮食安全，有着关键的理论价值以及实践指导意义。

2 大数据技术概述

大数据技术主要针对海量异构数据展开处理工作，借助整合多源信息资源，达成知识提取以及价值转化。其核心技术体系包含分布式计算框架、智能数据挖掘算法以及实时流处理平台，可为结构化与非结构化数据的高效存储、并行计算以及深度分析提供支撑。这项技术借助数据采集层的传感器网络以及接口协议标准化，联合存储层的分布式文件系统与列族数据库，经过清洗预处理后，输入分析层进行关联规则挖掘与机器学习建模，最后依靠可视化工具呈现数据规律。这类技术已经在多个领域的决策优化中得到广泛应用，对复杂系统的动态响应能力与预测精度有一定提升^[1]。

【作者简介】陈雪霞（1987-），女，中国云南陆良人，本科，工程师，从事食品安全与检验检测研究。

3 食品安全检验检测评估体系应用大数据技术的优势

3.1 提升数据整合与分析效能

传统的食品安全检验检测评估体系大多时候会遇到数据分散以及处理效率低下的状况。各个不同环节的数据格式不一样，而且存储也是相互独立的。这样一来，很难构建出系统性的评估依据。大数据技术凭借分布式存储架构以及标准化接口协议，可将生产环节的环境参数、流通环节的物流信息以及检测机构的检验数据等多种来源、结构不同的数据整合起来，达成数据资源的集中管理以及统一调度。依靠并行计算框架和智能数据挖掘算法，系统可以对整合好的数据展开深度关联分析，从供应链的整个链条中识别出潜在的风险因素，提升评估过程的系统性和准确性，为食品安全评估提供更为全面的数据支持^[2]。

3.2 强化风险预警与动态监管能力

大数据技术借助实时数据采集终端以及流处理平台，可针对食品生产流通各个环节的关键指标展开持续不断的监测以及即时的分析。借助结合机器学习构建而成的风险预测模型，该系统可识别出异常的数据模式，并且提前发出预警信号，达成从被动应对朝着主动预防的转变。依据数据驱动的动态监管机制，可以按照风险等级来优化监管资源配置，提升监管行动的精准程度以及时效特性，切实减少监管盲区，保障食品安全监管有连续性以及有效性。

4 大数据技术下食品安全检验检测评估体系的构建原则

一是科学性原则。此原则规定，体系设计要严格依照食品安全风险评估的科学规律来开展，务必保证检验检测方法以及评估模型的合理性。在数据采集阶段，要运用标准化的技术手段，以此保证原始数据有真实性与代表性；于数据分析进程中，应采用契合统计学原理的算法，防止主观因素对结果产生干扰。评估指标的设定要依据毒理学与流行病学的研究成果，让体系输出的结论拥有科学依据且有说服力，从根源上保障评估结果的准确性。二是系统性原则。体系应当整合生产环节的环境监测数据、加工环节的工艺参数、流通环节的物流信息以及消费环节的反馈数据，构建起一条贯穿从农田直至餐桌的完整数据链条。要建立跨部门的数据共享机制，破除监管机构、检测实验室与生产企业之间的信息壁垒，推动数据资源的协同运用，保证评估过程可全面考量产业链各个环节的潜在风险，提高体系对食品安全问题的整体识别能力。三是实时性原则。体系需借助大数据技术达成关键指标的实时采集与分析，借助在各环节部署传感器与数据传输终端，持续获取温度、湿度、微生物含量等动态参数。分析平台要有快速处理海量实时数据的能力，结合机器学习模型识别异常数据模式，及时触发预警机制，使得监管决策可依据实时数据进行动态调整，促使食品安全监管从被动应

对转变为主动预防，提升体系对风险的即时响应效率。

5 大数据技术下食品安全检验检测评估体系的构建策略

5.1 数据层面的构建策略

数据层面构建是食品安全检验检测评估体系运行的核心支撑，其质量直接决定评估结果的科学性与监管效能。需通过系统化的数据全生命周期管理，实现从数据采集到价值转化的闭环运行^[3]。第一，构建多源异构数据采集与整合机制。需建立覆盖全链条的数据采集网络，整合生产环节的环境传感器数据、加工环节的质量检测设备数据、流通环节的物流追踪系统数据及消费端的反馈信息，形成多维度数据采集矩阵。同步制定统一的数据标准化规范，明确各类数据的格式要求、采集频率及元数据描述规则，通过接口协议适配实现不同系统数据的无缝对接，确保数据在采集阶段即满足后续分析需求，消除数据孤岛现象。第二，优化数据存储与管理架构。依据数据体量与访问特性选择分布式存储系统，配置弹性扩展的节点集群以支撑 PB 级数据存储需求，采用副本机制保障数据可靠性。同步构建分层数据管理体系，数据仓库用于存储结构化检测结果与关键指标数据，支持高效查询与统计分析；数据湖保留非结构化原始数据，为深度挖掘预留资源。通过数据生命周期管理策略，对不同价值数据实施分级存储与清理机制，提升存储资源利用效率。第三，强化数据分析挖掘与安全保护能力。运用关联规则挖掘算法与机器学习模型对整合数据进行深度分析，识别供应链各环节的风险关联特征，开发适配食品安全领域的风险评估模型与趋势预测模型，实现数据向决策知识的转化。同时部署数据安全防护体系，采用传输加密与存储加密技术保障数据完整性，建立基于角色的访问控制机制限制数据操作权限，制定数据使用规范明确数据流转范围，在数据价值挖掘与隐私保护间建立动态平衡。

5.2 技术层面的构建策略

技术层面构建是体系功能实现的核心支撑，需通过多技术组件的协同整合，形成覆盖数据处理、分析建模与系统运行的完整技术架构，确保体系具备高效数据处理能力与稳定运行性能。第一，搭建分布式协同计算架构。部署分布式计算框架支撑海量数据并行处理，配置弹性计算节点集群以适配动态数据量变化，通过任务调度算法实现计算资源的智能分配。集成实时流处理引擎对接前端数据采集终端，构建低延迟数据处理通道，保障秒级数据响应能力。同步构建统一数据中台，整合数据存储、计算与分析模块，实现技术组件的模块化管理与标准化接口调用，提升系统资源利用效率与功能扩展灵活性。第二，研发智能分析算法与模型体系。基于食品安全风险特征开发专用算法库，集成监督学习与无监督学习模型，重点构建风险预警模型、质量追溯模型及供应链优化模型。采用特征工程技术提取数据关键属性，通过

模型训练优化算法参数，提升模型对异常数据的识别精度与风险预测准确率。建立模型动态迭代机制，依据新增数据持续更新训练样本，结合反馈数据调整模型结构，确保算法模型适应食品安全数据分布的动态变化。第三，实施技术集成与兼容性优化。制定检测设备接口通信协议标准，统一传感器、检测仪器与系统平台的数据交互格式，实现硬件设备与软件系统的无缝对接。开发跨平台数据交互中间件，适配不同操作系统与数据库类型，保障多源系统数据的流畅传输与解析。预留技术扩展接口支持新兴技术接入，配置系统容灾备份模块与负载均衡机制，通过冗余节点部署与故障自动转移技术，提升体系运行的稳定性与抗风险能力。

5.3 管理层面的构建策略

管理层面的构建对于技术与数据层面的落地而言，是十分关键的保障。需要借助系统性的制度设计以及机制优化，以此保证大数据技术可在食品安全检验检测评估里高效地应用，并且持续发挥出效能。一方面，要建立起技术标准与规范体系，管理层面要制定囊括数据采集、存储以及分析整个生命周期的技术标准，清晰地明确传感器数据采集的精度阈值、分布式存储的安全协议以及风险预测模型的验证流程，统一跨环节数据交互的接口协议以及格式规范。另一方面，要建立起技术应用审核机制，针对新接入的检测设备、算法模型开展技术合规性评估，保证各个环节的技术应用符合体系整体的运行要求，为技术落地提供标准化的管理框架。构建跨部门协同管理机制，依靠大数据共享平台搭建多主体协同管理架构，明确监管部门、检测机构、生产企业的技术职责以及数据权限，制定数据上报、共享以及反馈的闭环流程。借助技术手段将协同规则固化，比如设置数据共享接口的访问权限分级以及操作留痕功能，达成跨部门数据流转的可追溯以及可控性，消除信息壁垒，提升协同效率，保障全链条监管数据可实时互通并且联动响应。

5.4 应用层面的构建策略

应用层面的构建乃是达成技术架构与监管实践深度融合的关键所在。要借助功能模块的协同设计，把大数据技术转变为可实际落地的监管工具，以此提升食品安全检验检测评估的实战效果。构建智能预警与决策支持系统，整合多源风险数据来建立动态预警指标库，该指标库包含微生物超标概率、污染物累积趋势等核心参数；开发基于阈值触发与趋势预测的分级预警模型，实现风险等级的自动判定。此系统需拥有预警信息精准推送功能，依据风险类型与区域特征定向发送至相应监管单元，同时同步生成囊括风险点定位、影

响范围评估以及处置建议的决策支持报告，辅助监管人员制定差异化防控措施。

优化移动检测与现场响应机制，开发便携式检测设备与系统平台的实时对接接口，借助低功耗蓝牙或 5G 技术传输现场检测数据，保证样本信息、检测结果与系统数据库即时同步。配置移动端应用模块以支持现场数据录入、历史数据查询以及标准作业流程调取，集成地理信息系统来显示风险点空间分布，辅助快速定位高风险区域；并且内置应急响应指引模块，依据风险等级自动匹配处置流程与资源调度方案。此外，还要建立动态评估与反馈优化机制，设置体系运行效能监测指标体系，实时采集预警响应时效、模型预测准确率、数据覆盖率等关键参数，凭借统计分析工具生成周期性评估报告。

5.5 协同与标准化构建策略

第一，制定跨主体协同标准规范。明确监管机构、检测实验室、技术企业等参与主体的技术职责与数据权限，规定各主体在数据共享、模型应用、结果反馈环节的操作流程与接口协议，统一协同过程中的数据格式、传输频率及安全加密标准，确保不同主体间技术操作的一致性与兼容性，消除协同过程中的技术壁垒。第二，建立动态标准更新机制。跟踪大数据技术发展趋势与食品安全风险特征变化，定期开展标准适用性评估，识别现有标准与技术应用需求的差距。依据评估结果调整数据采集精度要求、模型验证指标、安全防护等级等关键标准参数，将新兴检测技术、算法模型纳入标准体系，保持标准与技术发展的同步性，增强标准对技术创新的适应性。

6 结语

研究表明，通过技术层面搭建分布式协同架构、管理层面优化跨主体机制、应用层面开发智能决策工具、协同层面建立动态标准体系，可有效提升食品安全检验检测评估体系的智能化水平与运行效能。未来需进一步融合人工智能与区块链技术，深化跨区域数据共享机制，推动体系向主动防控、精准监管升级，为食品安全治理现代化提供持续动力。

参考文献

- [1] 赵春光,雍珩,郭伟.食品检验检测中的质量控制难点及优化措施分析[J].食品安全导刊,2025,19(26):54-56.
- [2] 李文红.强化检验检测体系建设对农产品质量安全的保障作用及实践路径[J].食品安全导刊,2025,19(25):21-23.
- [3] 邓志毅.食品微生物污染标准化检测技术体系构建与应用[J].中外食品工业,2025,(15):65-67.