

食品质量安全风险评估方法探究

魏 璋

临沂市检验检测中心 山东 临沂 276000

摘 要：本文系统探究了食品质量安全风险评估方法体系，从风险评估关键流程出发，详细阐述了风险识别与危害因素分析方法，深入分析了食品安全风险特征描述与暴露评估技术。随后聚焦现代食品风险评估技术应用，对比分析定量与定性风险评估方法实践应用情况，探讨风险评估模型构建与验证体系。文章进一步展望了食品安全风险评估创新发展趋势，重点探究大数据与人工智能在风险评估中应用前景，提出全链条食品安全风险监测与预警方法构想。

关键词：食品安全；风险评估；危害因素分析

引言：随着全球食品供应链的复杂程度不断提高，食品安全风险因素日益多元化，传统风险评估方法已难以满足现代食品安全监管需求^[1]。本文基于国内外食品安全风险评估理论与实践，系统梳理风险评估关键流程，分析现代评估技术应用情况，探索风险评估创新发展路径，旨在提升食品安全风险评估科学性与有效性，为构建更加完善食品安全保障体系提供理论支撑与方法指导，推动食品安全风险评估工作现代化、科学化与精准化发展。

1 食品安全风险评估的关键流程

1.1 风险识别与危害因素分析方法

食品安全风险识别作为风险评估首要环节，主要通过系统性工作确定食品中可能存在各类危害因素。首先，物理性危害的识别应该关注食品中可能混入异物，包括金属碎片、玻璃碎屑、塑料片段等，这种危害可通过光学检测、X射线检测等技术手段进行筛查^[2]。其次，化学性危害识别聚焦农药残留、重金属污染、食品添加剂超限使用等问题，采用气相色谱-质谱联用技术、高效液相色谱技术等先进分析方法进行精确检测与定量分析。第三，生物性危害识别主要是针对致病微生物、寄生虫等各种生物因子，通过微生物培养、聚合酶链式反应技术等方法鉴定病原体种类与数量。

新型危害因素如纳米材料等亦需纳入风险识别范畴。危害因素分析方法主要包括实验室分析法、流行病学调查法、文献综述法等。实验室分析法侧重危害因子定性定量确认；流行病学调查法通过食源性疾病的爆发调查追溯危害源；文献综述法则整合已有研究成果，综合判断潜在风险因素^[3]。危害因素分析过程中应建立危害清单，确定优先监测指标，为后续的风险评估提供基础数据支撑。

1.2 食品安全风险特征描述与暴露评估技术

风险特征描述旨在量化食品安全危害因素对人体健康影响程度。首先，毒理学评价通过急性毒性试验、亚慢性毒性试验、慢性毒性试验等确定危害因子毒性特征，确立无观察不良反应水平与最低观察不良反应水平，为安全限量制定提供科学依据^[4]。其次，剂量-反应关系评估探究危害因子摄入剂量与健康影响相关性，建立数学模型描述剂量递增过程中人体不良反应发生率变化趋势，包括阈值模型与非阈值模型两类。

暴露评估则聚焦危害因子实际摄入量估算，首先需获取食品消费数据，明确特定人群食品摄入频率与摄入量；其次通过危害因子实际检出数据，结合食品加工过程中危害因子变化情况，计算危害因子暴露水平；随后综合消费数据与危害检出数据，建立概率模型评估实际暴露量，常用蒙特卡洛模拟法进行暴露量分布计算，获取不同置信水平下人群暴露估计值^[5]。暴露评估结果与健康指导值比较，可判断风险程度，为风险管理提供决策依据。该过程需考虑不同年龄段人群的差异，要特别关注婴幼儿、孕妇等易感人群，以此实现精细化风险评估。

2 现代食品风险评估技术应用

2.1 定量与定性风险评估方法的实践应用

定量风险评估方法通过数学模型量化食品安全风险概率，为风险管理决策提供精确数据支撑。微生物风险定量评估模型已广泛应用于肉类、乳制品等高风险食品安全管理，该模型将食品链各环节微生物污染概率与浓度变化纳入考量，模拟不同条件下病原菌污染水平变化趋势，精确预测食源性疾病的爆发概率。化学污染物风险定量评估则基于生理药代动力学模型，结合不同族群暴露变量差异，计算边际暴露量与参考剂量比值，形成风险商数指标体系。

概率论风险分析方法采用概率密度函数表征危害因子浓度与暴露量分布特征，通过蒙特卡洛抽样技术获取

风险分布曲线,实现风险水平动态预测。定性风险评估方法则侧重专家经验判断,常见定性评估工具包括风险矩阵法、食品安全风险评分卡等。风险矩阵法将风险发生概率与危害严重程度按等级划分,通过矩阵交叉确定风险等级;风险评分卡则基于多因素打分,综合评价食品安全风险水平。在实践应用中往往采用定性定量相结合方式,先通过定性方法筛选高风险项目,再针对重点风险因素开展定量评估,既确保评估全面性又保证关键风险点评估精准性,提高风险评估工作的效率与实用性。

2.2 风险评估模型构建与验证体系

基础模型选择应结合评估对象特点,针对微生物危害可采用剂量-反应模型、生长动力学模型等;化学危害则适用线性外推模型、阈值模型等;物理危害评估多采用暴露概率模型^[6]。其次,参数确定过程中应充分考虑我国实际情况,选取本土化实测数据,避免简单套用国际参数造成评估偏差。模型改进环节需结合新型数学方法优化算法,如贝叶斯网络分析法可有效处理食品安全多因素相互作用问题;机器学习算法能够自动识别风险关键变量并优化模型参数。风险评估模型验证体系主要包括内部验证与外部验证两方面。

内部验证侧重模型理论基础与算法正确性检验,通过敏感性分析确定关键参数对结果影响程度,通过不确定性分析评估模型结果可信区间;外部验证则通过实际监测数据与模型预测结果对比,检验模型预测准确性。此外,还应建立风险评估标准的操作规程,规范样本采集、实验检测、数据分析的全过程,确保评估结果可复现性。风险评估模型动态更新机制也不可或缺,应根据新增数据、新型检测技术与新发现危害因素及时调整模型参数,保持模型预测能力与时俱进,提升风险评估结果应用价值。

3 食品安全风险评估的创新发展趋势

3.1 大数据与人工智能在风险评估中的应用

大数据技术与人工智能算法日益深入食品安全风险评估领域,通过构建系统化智能分析框架,推动风险评估范式变革与技术突破。食品安全监测大数据平台以多源异构数据融合为基础,整合供应链各环节监管记录、企业自检报告、第三方检测结果及消费者反馈信息,形成一个完整的闭环数据生态系统;该系统采用时空数据挖掘方法分析风险分布模式,通过关联规则挖掘算法发现风险隐性关联因素,利用异常检测算法自动筛查高风险样本,实现精准风险定位。基于云计算架构,风险评估计算能力得以显著扩展,支持亿级数据并行计算,使复杂情景模拟与全样本分析成为可能;在分布式计算框

架下,风险评估任务可拆分为多个子模块并行运行,大幅提升处理效率,实现近实时风险态势感知。人工智能技术则从算法层面赋能风险评估,机器学习方法根据历史数据自动识别风险关键变量,构建非线性风险预测模型;深度学习框架能够从非结构化数据中提取风险特征,如从食品图像中识别变质特征,从文本信息中捕捉潜在的风险信号;强化学习算法则通过模拟环境交互,优化风险防控策略,为风险管理提供决策支持。知识图谱构建则将风险评估专家认知体系与人工智能算法结合,形成食品安全领域知识网络,支持复杂逻辑推理与智能问答服务,辅助风险评估人员快速获取专业知识支持。

跨平台数据共享机制与标准化数据接口设计为风险评估提供了数据基础保障,智能感知技术与物联网系统实现风险监测自动化,区块链技术保障数据来源可信度与全过程透明性。计算语言学领域成果应用使风险评估系统能够理解与处理自然语言表达风险信息,通过文本摘要技术提炼关键风险点,通过情感分析方法判断风险信息紧急程度,通过文本分类技术对风险信息进行智能分流处理;多模态学习框架则整合文本、图像、视频等多种形式的风险信息,构建全方位风险感知体系。边缘计算架构将风险评估计算任务前移至数据产生源头,降低数据传输成本,提高系统响应速度;联邦学习技术则允许不同机构在保护原始数据隐私前提下共建风险评估模型,解决数据孤岛问题。自动机器学习平台降低人工智能技术应用门槛,使风险评估专家无需深入了解算法细节即可应用先进分析方法;可解释人工智能技术则增强模型透明度,使风险评估结果具备可追溯性与可解释性,提升结果可信度与实用价值。大数据与人工智能技术深度融合构建起了食品安全风险智能评估生态,形成了数据驱动、模型支撑、专家主导风险评估新模式,有效应对食品供应链全球化与风险因素多元化带来的挑战,推动风险评估领域理论创新与实践突破。

3.2 全链条食品安全风险监测与预警方法

农业生产环节风险的监测应该聚焦土壤重金属含量、灌溉水质量、农药使用情况等参数,采用地理信息系统技术绘制风险地图,识别高风险种植区域。食品加工环节风险监测则通过关键控制点在线监测系统,实时跟踪加工过程温度、湿度、微生物指标变化,结合快速检测技术筛查添加剂使用情况。食品流通环节风险监测重点关注冷链温度波动、仓储环境湿度、包装完整性等因素,通过智能传感技术构建物流全程监测网络。销售终端风险监测采用智能柜台抽检与消费者反馈相结合模式,建立销售环节风险筛查机制。全链条风险监测数据

通过云平台整合分析,形成食品安全风险指数,以此实现风险态势的动态评估。

风险预警方法主要包括统计预警模型、智能预警系统两大类。统计预警模型基于历史监测数据分析风险变化规律,设定预警阈值,当监测指标突破阈值时自动触发预警;智能预警系统则结合机器学习算法,综合分析多维度数据,识别异常模式,预判潜在风险。预警信息分级发布机制根据风险严重程度与波及范围,将预警分为一般预警、中度预警与严重预警三级,针对不同级别预警启动相应应急措施,构建响应迅速、处置精准风险防控网络,最大限度减少食品安全事件危害。

结论

本文系统地探讨了食品质量安全的风险评估方法,从风险评估关键流程、现代技术应用与创新发展趋势三个维度构建了较为完整风险评估方法体系。科学规范风险识别与危害因素分析方法为风险评估奠定坚实基础;风险特征描述与暴露评估技术对量化风险程度具有关键作用;定量与定性风险评估方法实践应用各具优势,两者结合可实现优势互补,风险评估模型构建与验证体系对保障评估结果可靠性至关重要,大数据与人工智能技

术应用正引领风险评估方法革新,全链条风险监测与预警方法构建则为未来发展指明了方向。

参考文献

- [1]潘磊庆,宋菲,辛志宏,等.国内外食品质量与安全本科专业课程设置比较分析[J].农产品加工,2025(2):121-124,128.
- [2]张蕴涵.食品质量安全管理信息系统的设计与实现[J].食品界,2025(1):123-125.
- [3]廖夏云,祁静,孙一铭,等.基于大健康理念探讨中医药院校食品质量与安全专业课程群的构建[J].中国食品,2025(4):33-35.
- [4]梁志兰,黄学政,廖芬芳.基于课程思政的食品质量与安全专业人才培养模式建设[J].食品与机械,2024,40(4):247.
- [5]吴侯,袁伟东,周禹,等.显微高光谱成像技术在食品质量安全检测中的研究进展[J].食品与发酵工业,2024,50(24):381-391.
- [6]傅占峰.食品安全快速检测技术在食品质量监督中的运用探讨[J].食品界,2024(3):105-107.