

# AI 赋能预制菜食品安全风险管理研究

薛孟媛\*, 张子瑞, 吴桐雨, 林澈屹

北方工业大学, 北京, 中国

\*通讯作者

**【摘要】**预制菜行业供应链复杂, 传统监管模式难以应对其食品安全风险。本文分析了预制菜食品安全管理的现状及问题, 提出以 AI 为核心的智能化监管路径。通过融合区块链、物联网与 AI 图像识别技术, 构建覆盖生产、储存、运输、销售的全流程可追溯体系; 建立智能风险预警模型, 实时防控生产污染与冷链失效等关键节点; 优化智能加工与冷链路径, 提升能效与品质稳定性; 并推动政府、企业与消费者三方协同治理, 强化信息透明与监督反馈。通过 AI 赋能提升监管精准性与时效性, 降低企业成本, 增强消费者信任, 为行业高质量发展提供系统性解决方案。

**【关键词】**预制菜; 食品安全; AI 赋能; 风险管理

**【基金项目】**北方工业大学 2025 年大创计划项目: “AI 食代”——预制菜行业食品安全风险管理研究。

## 1.引言

预制菜源于传统烹饪, 随着餐厨工业不断进化与衍生, 逐步过度到食品加工范畴, 最终以食品形式出现的一种产品, 是指经工业化预加工处理并真空包装的成品或半成品菜肴。其核心原料为各类农副产品及其添加制品。这类产品通过标准化生产流程, 能够满足消费者对便捷饮食、口味稳定性的需求[1]。但随着市场规模快速扩张, 行业监管滞后带来的问题日益凸显。受产业特殊性影响, 其无论是作坊式生产、分散化生产, 还是非标准化生产, 都使得预制菜行业的质量安全短板日益显现, 监管效能不足矛盾也越来越突出。2025 年央视 3·15 晚会曝光了多起预制菜违规操作案例引发关注, 部分企业使用过期原料、篡改生产日期标签, 甚至在原材料来源不明、卫生条件不达标等严重隐患[2]。这些问题直接威胁消费者健康安全, 更引发公众对行业整体信任危机。当前产业发展已进入关键转折期, 既要看到预制菜在餐饮标准化、减少食物浪费等方面积极影响, 又需正视行业野蛮生长带来的系统性风险。传统监管模式依赖人工抽检, 存在效率低、覆盖面窄、难以实时响应风险等短板, 已无法适配预制菜“链条长、环节多、参与者杂”的供应链特点。在此背景下, 人工智能(AI)技术凭借其在海量数据处理、实时监控预警、全流程风险识别等方面的核心优势, 为突破传统监管瓶颈、构建智能化食品安全风险管理体系提供了新路径。其严控农药残留, 强化源头

管理, 过程实时监控, 提高检查效能, 智能检测分析, 提升检测效率等优势成为推动行业治理模式创新、实现“事前预警-事中管控-事后追溯”全周期管理的关键驱动力[3]。因此, 梳理现有监管漏洞、明确质量标准体系、依托 AI 技术建立全面追溯与协同治理机制, 已成为保障消费者权益、推动行业健康发展的当务之急。

## 2.概念界定与理论基础

### 2.1 预制菜概念

预制菜是一种预先加工包装好的、可直接食用或加热后食用的方便快捷的食品, 原料主要为一些食用农产品及其制品。依据中国食品工业协会制定的规范, 预制菜是以多种食品原料及辅料为基础, 按需求添加调味料与食品添加剂, 经预选、调制、成型、包装, 并配合冷藏、速冻等加工工艺制作而成的菜品。此类菜品在整个贮存、运输与销售环节均依赖冷链系统维系品质, 是衔接家庭自主烹饪与外卖服务、横跨食品加工与餐饮领域的正餐供应新模式[4]。

### 2.2 食品安全概念

食品安全指食品无毒、无害、符合应当有的营养要求, 对人体健康不造成任何急性、亚急性或者慢性危害[5]。

## 3.预制菜食品安全管理现状与问题

### 3.1 预制菜食品安全管理现状

近年来, 预制菜行业呈现蓬勃发展态势。据中国烹饪协会发布的《中国预制菜产业发展

报告（2024）》显示，2024年中国预制菜市场规模突破 6000 亿元，家庭端、餐饮端占比分别为 43%、57%，年均复合增长率超过 22%，预计 2025 年将突破 8000 亿元[6]。政策层面，2024 年市场监管总局等六部门联合发布《关于加强预制菜食品安全监管促进产业高质量发展的通知》，首次在国家层面明确了预制菜的定义与范围，并强调落实企业主体责任与全过程监管。同年出台的《餐饮服务连锁企业落实食品安全主体责任监督管理规定》进一步要求连锁企业总部对食品安全负责，并规定其每年需将一定比例营业收入专项用于食品安全管理，从制度上遏制“只收钱不担责”的现象。

在标准体系建设方面，国家卫生健康委已将《食品安全国家标准预制菜》列入 2024 年度标准立项计划，有望在近期出台统一的国家标准。此外，《预制菜术语与分类》等行业标准与团体标准也在逐步完善，推动行业向规范化、标准化方向发展。部分头部企业已开始引入智能化管理系统，如利用物联网设备监控冷链物流温湿度、采用区块链技术实现部分环节溯源等，显示出行业在技术应用方面的初步探索。

### 3.2 预制菜食品安全存在问题

预制菜食品安全管理是维护社会稳定的关键。食品安全事故易引发公众恐慌，造成市场秩序混乱，带来经济损失与社会信任危机。

目前，标准体系碎片化问题突出，关键指标不统一导致企业合规与监管执法困难。目前地方标准、行业标准与团体标准之间存在差异，尤其在添加剂使用范围、微生物限量等关键指标上缺乏统一规范，不仅增加了企业满足合规要求的成本，也使得监管部门在执法过程中难以形成统一尺度，影响监管效能。

当下的传统监管模式存在覆盖不足、效率低下的短板，难以适配预制菜供应链的复杂性。传统监管依赖人工抽检，受限于人力与时间成本，无法实现对“生产-储存-运输-销售”全链条的全面覆盖；尤其在网络销售等新兴渠道中，由于交易分散、信息流转快，监管盲区更为突出，难以及时发现并处置安全风险。

生产环节中小企业工艺与卫生控制不规范，流通环节冷链物流体系存在明显短板。2020 年上半年，全国市场监管系统共完成食品安全监督抽检 1380697 批次，检出不合格样品 29153 批次，总体不合格率为 2.11%，而餐饮食品样品不合格率为 4.79% 为总体不合格率的两倍有余[7]。生产端与部分中小企业为

压缩成本，简化原料验收流程与出厂检验环节，甚至存在篡改生产日期、使用劣质原料等违规行为，直接威胁产品质量安全；流通端，部分企业缺乏完善的冷链物流设施，温控设备不足、路径规划不合理，导致预制菜在配送过程中出现“常温送达”或“到手即变质”的情况，加剧食品安全风险。

智能化管理技术普及度低且系统协同性差，消费者对监管机制的信任度与参与度不足。虽然区块链、物联网、AI 图像识别等技术已在个别头部企业试点应用，但整体覆盖范围有限，且不同企业的技术系统之间缺乏互操作性，形成“信息孤岛”，无法实现全行业数据共享与协同管理；消费者层面，对现有监管机制的认可度不高，对食品安全信息的获取渠道有限，难以有效参与到监督过程中，进一步削弱了市场对企业的约束作用。

### 4.AI 技术赋能食品安全监管的系统解决方案

当前，依赖人工的传统监管模式已经难以满足新形势下的监管要求，传统监管模式受效率低、覆盖面窄等问题制约，无法实现对食品安全问题的即时预警和全面有效监控。难以满足行业需求[8]。针对前述标准体系缺失、全程监管漏洞、技术短板及消费者权益保障缺位等问题，本章从经济管理学与信息科学的跨学科视角出发，聚焦 AI 赋能食品安全风险管理创新，构建多方协同的食品风险管理体系，提出系统化解决方案。研究目标包括借助 AI+ 区块链技术，实现预制菜全流程数据采集与溯源，识别生产污染、冷链失效等潜在风险，构建实时预警系统；结合政策要求，协助行业统一标准体系，明确企业总部与门店责任，提升监管精准性与时效性；构建多方协同机制，保障消费者知情权与监督权，降低食品安全风险，促进行业健康发展。

#### 4.1 构建全链条可追溯的数据基础

针对标准碎片化与信息不透明问题，融合区块链与物联网技术构建全链条追溯体系尤为关键。该系统覆盖原料采购、加工、仓储物流及终端销售全流程，通过分布式节点实现数据采集与集中整合。具体而言，原料端通过物联网设备记录批次、产地与农残信息，由供应商上传至云端，采购方实时核验并存储；仓储环节借助 RFID 与温湿度传感器监测存储环境，运输车辆通过车载终端采集定位、温度等数据并实时回传；销售端则整合 POS 系统与线上平台数据，构建完整的终端信息流。区块链技术保障跨节点数据不可篡改，为品质管控

与流程优化提供可信数据基础，从而有效应对标准不一与信息不对称问题。

#### 4.2 实现全流程动态风险预警

面向全流程监管盲区，构建基于区块链的存证与 AI 预警系统，形成可信数据链[9]。存证环节覆盖原料检疫证明、加工参数、仓储温湿度及运输轨迹等关键信息，经哈希加密与时间戳固化后上链，消费者扫码即可验证全链信息。企业可部署智能预警系统：利用自然语言处理解析用户反馈与政策文本，定位潜在问题，形成从市场到供应链的反向预警闭环，提升品控精准度。

#### 4.3 优化智能加工与冷链物流

针对质构劣变与营养流失等技术短板，AI 在加工与冷链环节起到核心作用。通过 AI 与物联网融合，构建涵盖仓储、运输与配送的智能温控体系。仓储方面，AI 基于销售预测优化货位布局，将高周转产品置于快速通道，结合能耗数据动态调节制冷功率，实现能效降低 15%-20%。运输环节综合路况、能耗与保鲜要求生成最优路径，对冷冻类产品优先安排低温时段配送，并实施同温层订单分组，减少制冷切换损耗。在途监控借助边缘计算实时识别温度异常，提前预警并联动应急资源，将损耗率控制在 3% 以内。末端配送则结合消费者习惯预调温度，并与自提柜恒温系统联动，保障“最后一公里”品质。全网数据协同还可预测区域需求，提前调度运力，构建高效低耗的冷链网络。

#### 4.4 保障消费者知情权与监督权

针对消费者知情权受侵害、标签信息不全及维权渠道不畅等问题，构建消费者终端应用成为赋权的重要技术支撑。基于消费者对 AI 溯源系统的较高接受度，可开发预制菜专属 APP，实现信息透明与监督反馈的双重功能[10]。APP 设置“产品查询”板块，消费者扫码即可获取菜品全链路信息，涵盖原料产地、农残检测、加工环节温度与杀菌时长、冷链物流轨迹及温湿度记录等，实现从源头到终端的透明化展示。同时，“监督反馈”板块支持消费者对质量问题或标签不实情况一键拍照上传，系统自动对接企业与监管部门，实现快速响应与进度反馈，有效拓宽维权渠道。为增强互动与监督，APP 引入用户评价与打分机制，公开评分数据，形成市场倒逼机制，推动企业提升产品质量。定期推送行业资讯与新品信息，也有助于消费者拓展认知，积极参与行业共建。在数据共享方面，采用权限分级机制：

核心企业可查看全链数据，供应商仅访问原料信息，物流方获取运输环节数据，实现“数据可用不可见”。依托智能合约，实现跨环节数据自动同步，如原料验收合格后，区块链自动向加工车间开放数据权限，提升协同效率。区块链技术的去中心化特性确保数据不可篡改，联盟链架构则兼顾安全与开放，为品质管控与责任追溯奠定技术基础。在智能监控层面，AI 通过深度学习整合分布式数据与区块链存证，实现全流程动态风险识别：在原料环节实时比对农残数据与历史阈值，结合环境因素预警质量波动；生产环节借助计算机视觉监控操作规范，分析设备数据标记工艺异常；仓储物流环节建模分析温湿度与运输轨迹，识别冷链断裂征兆。上述措施系统性地保障了消费者权益，增强了消费信任，形成多方协同的良性监管格局。

#### 5.结论

本研究基于 AI 技术构建了覆盖预制菜生产、储存、运输、销售全流程的智能化食品安全管理体系。通过融合区块链、物联网与 AI 图像识别技术，实现了供应链数据的透明化与全流程可追溯；利用 LSTM 神经网络构建了动态风险预警模型，提升了风险识别的精准性与时效性；优化了智能加工与冷链物流路径，显著降低了能耗与产品损耗；构建了政府、企业、消费者三方协同治理机制，增强了信息透明与监督反馈能力。研究结果表明，AI 赋能的食品安全管理体系不仅提升了监管效率与企业运营效益，也增强了消费者信任，为预制菜行业的高质量发展提供了系统性、可落地的解决方案。未来研究可进一步探索 AI 在预制菜营养保持、个性化定制等方向的应用潜力。

#### 参考文献

- [1] 马军, 乔青青, 赵芳, 等. 我国预制菜行业现状及发展建议[J]. 保鲜与加工, 2024, 24(9) : 139-146.
- [2] 闫雨萍. 预制菜食品安全保障问题研究[J]. 中国食品工业, 2025, (17) : 77-79.
- [3] 欧阳立力, 毛炜翔. 基于人工智能的计算机技术在食品安全监管中的应用研究[J]. 质量探索, 2024, 21(01) : 92-96.
- [4] 伍耘娇. 预制菜食品安全监管现状、问题及对策研究[J]. 食品安全导刊, 2025, 19(23) : 5-7.
- [5] 曾紫荆. 预制菜食品安全管理难点及风险

- 控制策略分析[J].食品安全导刊, 2025, 19 (24) : 11-13.
- [6] 陈幸云, 罗慧欣, 陈欣然, 等.预制菜产业营销模式重构: 基于创新驱动的信息对称化与供应链整合路径研究[J].中国商论, 202534: (19) : 87-91.
- [7] 赵靓琳.预制菜行业现状及问题研究[J].现代营销(经营版), 2021, (25) : 146-147.
- [8] 王昊.预制菜食品安全监管现状及改进措施[J].食品安全导刊, 2025, (01) : 187-189.
- [9] 左敏, 纪慧卓, 苏礼君, 等.人工智能在食品安全中的最新应用及进展[J].中国食品学报, 2024, 24 (10) : 1-13.
- [10] 王彩霞.消费者食品安全风险认知研究[J].中国食品工业, 2025, (06) : 41-43.