

# 食品快检技术在食品检测中的应用

李政辉 陈 密 黄川豪

温州海关综合技术服务中心 浙江 温州 325000

**摘要：**在全球食品供应链复杂化及消费者安全需求升级的背景下，食品安全已成为公共健康重要挑战。传统的实验室检测周期长、成本高，难以满足实时监控需求。食品快检技术凭借快速、便捷、高效优势，成为保障食品安全的关键补充手段。其通过免疫分析、分子生物学、光谱分析及生物传感器等技术，实现对食品中有害物质、营养成分的快速筛查，为监管部门、企业及消费者提供即时风险预警。本文系统梳理快检技术原理、应用场景及发展趋势，旨在为优化食品安全保障体系提供理论与实践指导。

**关键词：**食品快检技术；食品检测应用；发展趋势

## 引言

食品快检技术是应对食品安全风险的关键工具，通过创新手段弥补传统检测不足。免疫分析（如ELISA、胶体金）以高特异性和便携性用于农兽药残留检测；分子生物学技术（PCR、LAMP）通过核酸扩增快速识别致病微生物；光谱分析与生物传感器依托物理信号转换，实现营养成分与非法添加物的无损检测。这些技术覆盖农产品、畜禽产品、水产品及加工食品全链条，形成从原料到终端的多维度监控网络。本文结合技术原理与应用案例，探讨食品快检技术在食品安全保障中的核心价值。

## 1 食品快检技术概述

### 1.1 食品快检技术发展背景

随着食品工业的快速发展与食品消费市场的日益多元化，食品供应链不断延长，食品安全风险也随之增加。传统实验室检测虽准确性高，但存在检测周期长、成本高、设备依赖性强等问题，难以满足食品生产、流通、消费等环节实时监控与快速筛查的需求<sup>[1]</sup>。在此背景下，食品快检技术应运而生。它以快速、便捷、高效为特点，能够在较短时间内对食品中的有害物质、添加剂等进行初步检测，及时发现潜在食品安全隐患，成为食品安全保障体系中的重要补充手段，在食品安全监管、企业质量控制、市场准入检测等场景中发挥着越来越重要的作用。

### 1.2 食品快检技术的重要性

食品快检技术对于保障食品安全具有不可替代的重要意义。从监管层面看，它能帮助监管部门在市场巡查、专项整治等行动中，快速筛查食品样品，及时锁定问题产品与高风险区域，提高监管效率，实现精准监管；对于食品生产经营企业而言，快检技术可用于原料验收、生产过程监控及成品出厂检测，帮助企业及时发

现生产环节中的质量问题，降低产品不合格风险，减少经济损失；在消费端，快检技术可增强消费者对食品安全的信心，通过在农贸市场、超市等场所开展快速检测并公示结果，让消费者买的满意、吃的放心。此外，在食品安全突发事件应急处理中，快检技术能够较快地提供检测结果，为后续的定量检测做好筛查，为事件的调查与处置争取宝贵时间。

## 2 常见食品快检技术原理与特点

### 2.1 免疫分析技术

（1）酶联免疫吸附测定法（ELISA），酶联免疫吸附测定法（ELISA）基于抗原-抗体特异性结合的原理，将抗原或抗体固定在固相载体表面，通过酶标记物与相应抗原或抗体结合，利用酶催化底物显色，根据颜色深浅与待测物浓度的相关性进行定量分析。该技术灵敏度高，可检测到痕量的有害物质，如农药残留、兽药残留、生物毒素等；特异性强，能够准确识别目标物质；操作相对简便，无需复杂仪器，适用于现场快速检测。但ELISA检测存在一定的交叉反应，可能导致假阳性结果，且检测通量有限，检测成本相对较高。（2）胶体金免疫层析技术，胶体金免疫层析技术是在ELISA基础上发展起来的一种快速检测技术。它以胶体金作为标记物，将特异性抗原或抗体固定在硝酸纤维素膜等载体上，当样品通过层析作用在膜上移动时，若样品中含有目标物质，会与标记物及固定化的抗原或抗体发生特异性结合，形成显色条带，通过观察条带的有无及颜色深浅判断样品中目标物质的存在及含量。该技术具有操作简单、检测速度快（通常5-15分钟即可出结果）、无需仪器设备、结果直观易判读等优点，广泛应用于食品中农药残留、兽药残留、非法添加物等的快速检测。但其检测灵敏度相对ELISA较低，定量准确性较差，一般适用于定

性检测且胶体金成本略高。

## 2.2 分子生物学技术

聚合酶链式反应(PCR)技术是一种体外扩增DNA的技术,其原理是在模板DNA、引物和四种脱氧核糖核苷酸存在的条件下,依赖于DNA聚合酶的酶促合成反应,通过高温变性、低温退火和适温延伸三个步骤的循环,使特定的DNA片段在短时间内呈指数级扩增。在食品检测中,PCR技术可用于检测食品中的致病微生物(如大肠杆菌、沙门氏菌等)、转基因成分等。它具有灵敏度高、特异性强、检测速度快等优点,能够检测到微量的目标核酸。但PCR技术对实验条件要求严格,需要专业的仪器设备和技术人员,且存在一定的假阳性和假阴性风险。环介导等温扩增技术(LAMP)是一种新型的核酸扩增技术,它利用BstDNA聚合酶具有链置换活性的特点,在等温条件下(一般60-65℃),通过设计多对特异性引物,对目标核酸进行快速扩增<sup>[2]</sup>。与PCR技术相比,LAMP技术无需复杂的温度循环设备,反应时间更短(通常30-60分钟),操作更加简便,可实现现场快速检测。该技术在食品中致病微生物检测、食源病毒检测等方面具有广阔的应用前景。

## 2.3 光谱分析技术

近红外光谱技术是利用物质对近红外光(波长范围780-2526nm)的吸收、散射、反射等特性进行分析的技术。当近红外光照射到食品样品时,样品中的有机化合物(如蛋白质、脂肪、碳水化合物等)的含氢基团(-OH、-CH、-NH等)会吸收特定波长的光,产生特征吸收光谱,通过建立光谱与物质含量之间的数学模型,可实现对食品中营养成分、品质指标(如水分含量、新鲜度等)的快速定量分析。该技术具有检测速度快、无损检测、无需样品预处理、可实现多组分同时检测等优点,适用于食品生产线上的实时检测和质量监控。但近红外光谱技术检测灵敏度相对较低,对复杂样品的分析需要建立高精度的数学模型,模型的通用性较差,同时仪器成本相对较高。

## 2.4 生物传感器技术

生物传感器是将生物识别元件(如酶、抗体、核酸、细胞等)与物理或化学换能器相结合,当目标物质与生物识别元件发生特异性相互作用时,会产生物理或化学信号变化,通过换能器将其转化为电信号、光信号等可检测信号,从而实现对目标物质的检测。根据生物识别元件和换能器的不同,生物传感器可分为酶传感器、免疫传感器、微生物传感器等。在食品检测中,生物传感器可用于检测食品中的农药残留、兽药残留、生

物毒素、食品添加剂等。它具有灵敏度高、特异性强、检测速度快、操作简便、可实现在线检测等优点,在食品质量控制和现场快速检测方面具有很大的应用潜力。但生物传感器的稳定性和重复性有待提高,生物识别元件的使用寿命较短,需要定期更换。

## 3 食品快检技术在不同食品类别检测中的应用

### 3.1 农产品检测

在农产品检测方面,食品快检技术主要用于农药残留和重金属检测。针对农药残留,胶体金免疫层析技术、ELISA技术可快速检测蔬菜、水果中常见的有机磷、有机氯、菊酯类等农药残留;拉曼光谱技术结合表面增强技术,能够对农产品表面的农药残留进行快速定性分析。对于重金属检测,光谱分析技术如原子吸收光谱、原子荧光光谱的便携式设备可快速检测农产品中的铅、镉、汞、砷等重金属含量,帮助农户和监管部门及时掌握农产品质量安全状况,防止不合格农产品流入市场。

### 3.2 畜禽产品检测

畜禽产品检测中,快检技术重点关注兽药残留、瘦肉精和致病菌。免疫分析技术可快速检测畜禽肉中氯霉素、磺胺类、喹诺酮类等兽药残留,以及盐酸克伦特罗、莱克多巴胺等瘦肉精成分;分子生物学技术如PCR、LAMP可用于快速检测畜禽产品中的致病微生物,如沙门氏菌、金黄色葡萄球菌等,确保畜禽产品的食用安全<sup>[3]</sup>。生物传感器技术也逐渐应用于畜禽产品新鲜度检测,通过检测挥发性胺类等物质,判断肉类的新鲜程度。

### 3.3 水产品检测

水产品检测主要涉及药物残留、生物毒素和新鲜度检测。ELISA、胶体金免疫层析技术可用于检测水产品中硝基呋喃类、孔雀石绿等违禁药物残留;光谱分析技术可对水产品中的重金属含量进行快速检测;而生物传感器技术和近红外光谱技术可用于评估水产品的的新鲜度,通过检测挥发性盐基氮、三甲胺等指标,判断水产品的品质,防止变质水产品进入消费市场。

### 3.4 加工食品检测

加工食品检测涵盖食品添加剂、非法添加物、微生物检测等多个方面。免疫分析技术可快速检测加工食品中的防腐剂(如苯甲酸、山梨酸)、甜味剂(如糖精钠、甜蜜素)等添加剂;分子生物学技术可用于检测加工食品中是否存在致病微生物污染;光谱分析技术和生物传感器技术可对加工食品的营养成分(如蛋白质、脂肪、碳水化合物)进行快速检测,同时,拉曼光谱技术等可用于鉴别加工食品中的伪劣产品和非法添加物,如在乳制品中检测三聚氰胺等。

## 4 食品快检在实际应用中的不足

### 4.1 检测效率

在与市监局的合作中,我们检测需要在农贸市场的快检室现场进行检测,但是部分检测项目需要准备的仪器设备(水浴锅、氮吹仪、涡旋仪、离心机、均质器、天平等等)较多,且操作流程繁琐,检测时间也较长,并且还需要在一定检测环境下进行,以免影响检测结果。加上检测项目只能一种一种做,不能统合起来做,导致实际检测效率并不高。

### 4.2 检测结果准确性和检测成本

在实际操作中,会出现各种因素导致假阳性。在后续的实验室定量检测中,实际检出率不到50%。同时因为检测项目的单一性和检测量的增加,使其胶体金、试剂成本也相较增加。

## 5 食品快检技术的发展趋势

### 5.1 技术集成化与智能化

未来食品快检技术应该朝着集成化和智能化方向发展。通过将多种检测技术集成在同一检测设备中,实现对食品中多种有害物质和品质指标的同时检测,提高检测效率和准确性。例如,将免疫分析技术与光谱分析技术相结合,既能利用免疫分析的高特异性,又能发挥光谱分析的多组分检测优势。同时,借助人工智能、大数据等技术,实现检测设备的智能化操作和数据分析。智能化检测设备可自动识别样品类型、选择检测方法、分析检测结果,并通过网络将数据上传至监管平台,为食品安全监管提供实时、准确的数据支持。

### 5.2 高灵敏度与高特异性

随着对食品安全要求的不断提高,食品快检技术将不断追求更高的灵敏度和特异性。一方面,建议通过改进检测方法和优化检测条件,提高对有害物质的检测能力,例如开发新型的纳米材料标记物,进一步提升免疫分析技术和分子生物学技术的灵敏度;另一方面,利用先进的生物工程技术 and 化学合成技术,制备高特异性的生物识别元件,减少检测过程中的交叉反应,提高检测结果的准确性。

### 5.3 小型化与便携化

为了满足现场快速检测的需求,食品快检设备将向小型化、便携化、一体化方向发展。采用微流控技术、微纳加工技术等,将检测系统集成在微小的芯片或便携式设备中,使检测设备体积更小、重量更轻、操作更简便,便于在食品生产现场、农贸市场、餐饮服务场所等随时随地开展检测工作<sup>[4]</sup>。降低设备成本,提高设备的普及性,让更多的基层监管部门、企业和消费者能够使用。

### 5.4 标准化与规范化

为确保食品快检结果的可靠性和可比性,食品快检技术的标准化和规范化将成为重要发展趋势。制定统一的快检方法标准、设备性能标准和质量控制标准,规范快检技术的操作流程和结果判定方法。加强快检技术的验证和评价工作,建立快检技术的认证体系,对符合标准要求的快检方法和设备进行认证推广,提高快检技术的整体质量和水平。

## 结语

食品快检技术以其独特的优势,成为了保障食品安全的重要利器。它在快速筛查、及时预警等方面展现出了巨大的潜力。未来,食品快检技术必将不断突破创新,集成化、智能化将推动设备向"一机多能"发展,结合AI实现数据自动分析;纳米材料与微流控技术将进一步提升检测灵敏度与便携性;标准化建设则强化结果可靠性与行业规范。随着技术普及与成本降低,快检有望成为基层监管、企业自查及公众监督的常化工具,助力构建"从农田到餐桌"全过程安全屏障,让食品安全问题无处遁形,为全球食品安全治理提供方案与技术支撑。

## 参考文献

- [1]罗羚丰.食品快检技术在食品检测中的应用分析研究[J].现代食品,2024,30(22):47-49.
- [2]梁好.食品快检技术在食品检测中的应用[J].食品安全导刊,2024(9):161-163.
- [3]朱桂生,钟波.快速检测技术在食品安全监管中的应用分析[J].食品安全导刊,2025(4):18-21.
- [4]李无猜,李岩,庞蕾.食品快速检测技术在食品安全监管中的应用现状与发展趋势[J].食品安全导刊,2025(2):186-189.