

食品检验检测的质量控制方法分析

孟杰

内蒙古自治区食品质量安全检验检测科学研究院，内蒙古自治区呼和浩特市，010010；

摘要：食品检验检测是确保食品安全和质量的关键环节，其结果直接影响消费者健康与市场秩序。有效的质量控制方法能够提升检测数据的准确性和可靠性，减少误差风险。本文结合理论与实践，系统分析食品检验检测中的质量控制方法，涵盖基础控制、操作过程控制及检测后质量控制，并引入先进的质量控制图技术，为检测工作提供科学指导，基于此本文分析了食品检验检测的质量控制方法。

关键词：食品检验检测；质量控制；方法

DOI：10.69979/3041-0673.26.04.087

随着食品安全问题日益复杂化，如微生物污染、化学残留及非法添加等风险频发，对检测数据的精准性提出了更高要求。然而，检测过程中基础环境波动、操作误差及数据验证漏洞可能导致结果偏差，进而引发误判风险，威胁公共安全。因此，构建科学的质量控制体系已成为行业紧迫需求。

1 概况

1.1 研究背景与意义

食品安全的重要性及检验检测的保障作用，食品安全是公共健康的核心议题，直接关系到消费者生命安全和经济社会稳定。随着食品生产与消费全球化，食品安全风险日益复杂，如微生物污染、化学残留及非法添加剂等问题频发，威胁公众健康。食品检验检测作为食品安全监管的关键环节，通过科学方法评估食品质量与安全性，为政府监管、企业合规和消费者选择提供可靠依据。其保障作用体现在风险预警、质量追溯和合规监督中，确保从生产到消费的全链条安全，维护市场秩序和消费者信任。质量控制对检测结果准确性和可靠性的影响，质量控制是食品检验检测的核心支柱，直接影响数据可信度。检测结果的不准确或不可靠可能导致误判，引发食品安全事故或经济损失。例如，误差可能掩盖污染风险，或误判合格产品为不合格，干扰监管决策。有效的质量控制通过规范操作、减少人为和环境干扰，确保数据反映真实样品属性，为风险评估和政策制定提供坚实支撑。

1.2 研究目的

系统分析食品检验检测中的质量控制方法，本研究旨在全面梳理质量控制方法，涵盖基础条件、操作流程和数据分析。通过整合实验环境优化、仪器管理、试剂

选择等基础要素，以及滴定操作、标准曲线绘制等过程控制，构建系统性框架。分析将聚焦方法间的协同作用，揭示如何通过多维度管理提升检测一致性，避免碎片化操作导致的漏洞。为检测机构提供操作规范与优化建议，研究将针对检测机构，提炼可操作的质量控制规范，强调实践导向。例如，提出实验室布局规划指南、仪器校准频率建议，以及数据复核流程。优化建议将结合行业挑战，如资源限制或技术更新，推动机构从被动合规转向主动质量提升，增强检测效率和公信力，为食品安全监管现代化提供支持^[1]。

2 基础质量控制：确保检测环境与资源可靠

2.1 实验环境优化

实验室布局规划：核心原则：通过物理隔离与功能分区，避免不同检测区域间的交叉污染。例如，化学分析与微生物检测区需独立设置，配备专用通风系统与废弃物处理通道，防止气溶胶或化学残留扩散。细节设计：人流与物流分离，设置缓冲间和单向 workflow，减少人员流动带来的污染风险。高危操作区（如病原微生物检测）需配备负压环境，确保生物安全。环境参数控制：温湿度监测：使用校准后的温湿度传感器实时监控，确保符合检测方法要求（如微生物培养需恒温恒湿）。超出范围时自动触发报警，并记录异常事件。洁净度管理：通过空气净化系统（如 HEPA 过滤器）维持空气洁净度，定期进行粒子计数检测。对于无菌操作区，需监控沉降菌与浮游菌，确保符合 GB 19489 标准。

2.2 仪器设备管理

仪器校准与维护：校准周期：根据设备使用频率与稳定性制定校准计划，关键设备（如色谱仪、分光光度计）需每季度校准，并保留校准证书与原始记录。性能

验证：校准后通过标准物质测试验证设备性能，如 ICP-MS 的检出限与精密度需满足方法要求。出现偏差时，需追溯原因并重新校准。玻璃量器选用：检定规范：选用具有计量认证标志的玻璃量器（如 A 级容量瓶），定期送至法定计量机构检定。检定报告需存档，并在量器上粘贴有效期标签。使用注意事项：避免骤冷骤热，防止玻璃破裂；移液时保持垂直，减少读数误差。器皿清洁管理：清洁程序：根据器皿用途制定清洗方案，如痕量分析用器皿需经酸洗（硝酸浸泡）与超纯水冲洗，避免离子污染。清洁验证：通过空白试验（如用超纯水替代样品）验证清洁效果，确保残留物不干扰检测。

2.3 实验用水与试剂选择

水质要求：纯度标准：根据检测方法选择水质等级，如原子吸收光谱需使用一级水（电阻率 $\geq 18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ ），微生物检测可用三级水。水质需定期检测，确保无有机物或离子残留。空白值控制：通过空白试验验证水质，如原子荧光法空白值超标时，需更换水或检查管路污染。试剂规格：纯度匹配：根据检测需求选择试剂等级，如色谱级试剂用于 HPLC，分析纯用于常规滴定。避免使用过期或变质试剂，开封后需标注日期与使用人。配制规范：标准溶液配制需使用基准试剂，并采用重量法定容；缓冲溶液需验证 pH 值，确保符合方法要求。

3 操作过程中的质量控制：规范步骤以减少误差

3.1 滴定操作规范

滴定速度控制：平行样品需采用一致的滴定速度，确保操作标准化，避免因速度差异导致结果偏差。滴定过程中应保持匀速添加滴定剂，防止过快或过慢影响反应平衡。误差避免：在氧化还原滴定中，严格控制滴定速度以减少中间产物干扰，确保反应完全。沉淀滴定中，注意避免沉淀吸附或包裹现象，通过缓慢滴定和充分搅拌提高准确性。

3.2 标准曲线绘制

浓度梯度设计：设计系列浓度梯度值，覆盖待测物预期浓度范围，确保标准曲线线性响应。测定各浓度点响应值，通过回归分析计算方程，建立浓度与信号的定量关系。数据准确性验证：计算回归方程的相关系数，要求其值 ≥ 0.999 ，以验证标准曲线的线性关系和数据可靠性。若相关系数不达标，需重新检查浓度梯度设计或测定过程，排除系统误差。

3.3 空白与平行样品检测

空白试验：使用空白样品（如纯溶剂）替代待测物，评估系统误差来源，如试剂污染或仪器背景干扰。空白值应在方法允许范围内，若超标需排查试剂纯度或设备清洁度。平行样品测定：对同一样品进行多次独立测定，通过结果一致性验证操作可靠性，减少偶然误差。平行样品结果间差异应符合方法精密度要求，否则需重新操作或检查步骤规范性。加标回收率验证：在样品中加入已知量标准物质，测定回收率以验证方法准确性，回收率应在合理范围内。回收率异常可能指示基质干扰或方法缺陷，需优化前处理或分析条件^[2]。

4 检测后的质量控制：数据验证与报告审核

4.1 数据记录与计算

数据核对：完成检测后，需对原始记录与计算结果进行严格核对，确保数据在误差允许范围内。例如，对比仪器输出值与手动记录的一致性，排除转录错误。对关键参数（如浓度、响应值）进行跨步骤验证，确保从样品前处理到最终分析的逻辑连贯性。数值修约：遵循标准修约规则（如 GB/T 8170），避免四舍五入导致的累积偏差。在报告数据前，统一修约至规定小数位，并记录修约过程以备复核。

4.2 结果复核与报告出具

独立复核：由非原始操作人员对数据逻辑性与完整性进行全面检查，包括公式应用、单位转换和图表一致性。例如，验证标准曲线方程是否正确应用于样品浓度计算。复核范围涵盖所有原始记录、中间计算结果及最终报告草稿，确保无遗漏或矛盾。异常值识别：通过统计方法（如 Grubbs 检验）或对比历史数据识别异常值。结合质量控制图（如 Levey-Jennings 图）分析趋势，识别潜在的系统性偏差。报告审核：报告出具前需经专业人员（如技术负责人）审核，确认数据准确性与合规性。审核内容包括方法适用性、结果解释及结论合理性。实行责任追溯机制，审核人需签名并注明日期，确保报告可追溯至具体操作与复核环节。

5 质量控制图技术：动态监控与趋势分析

5.1 控制图原理与应用

常态分布假设：基于数据服从正态分布的假设，绘制控制图的核心参数包括中心线（CL），代表长期数据均值；警告限（UWL/LWL），通常为均值 ± 2 倍标准差，提示潜在波动；控制限（UCL/LCL），为均值 \pm

3倍标准差, 界定过程失控边界。控制图以检测顺序为横坐标、结果为纵坐标, 通过图形化展示数据分布, 直观监控分析过程稳定性。失控处理流程: 数据点超出控制限时, 立即启动排查程序。首先检查仪器状态、试剂有效期及操作记录, 排除设备故障或人为失误。若确认失控, 暂停检测并重新校准系统, 待数据回归控制限内后恢复分析^[3]。

5.2 质量控制样品分析

质控样品使用: 选择与监测样品基质相似的质控样品, 随检测同步分析, 确保环境与操作条件一致。质控样品浓度覆盖方法线性范围, 用于验证分析过程可靠性。方法稳定性评估: 通过回归方程计算质控数据与理论值的相关性, 评估方法线性。结合标准差计算, 分析数据离散程度, 标准差越小表明方法稳定性越高。长期趋势监控: 积累多批次质控数据, 绘制控制图以监控长期趋势。例如, 通过计算总均值和标准差, 更新控制限, 识别潜在的系统性漂移或波动。

5.3 趋势识别与纠偏

稳定性反映: 控制图连续数据点的上升或下降趋势提示系统误差, 如仪器漂移或环境变化。数据点集中一侧可能表明操作偏差, 需及时调查原因。参数调整与优化: 针对趋势识别结果, 调整操作参数(如校准频率、试剂纯度)以优化流程。例如, 增加仪器维护频次或优化样品前处理步骤, 提升检测灵敏度与重复性。

6 食品检验检测的质量控制方法分析建议

6.1 质量控制的多维度协同

基础环境、操作规范、数据验证的整合作用。系统整合的必要性: 食品检验检测的质量控制需依赖基础环境、操作规范与数据验证的协同作用。基础环境(如实验室布局、仪器状态)为检测提供稳定平台, 操作规范确保步骤标准化, 数据验证则通过复核机制保障结果可信度。三者整合可避免单一环节失效导致的系统性误差, 提升整体检测一致性。整合实施建议: 基础环境优化: 定期评估实验室条件(如温湿度、洁净度), 确保符合检测标准, 减少环境干扰。操作规范强化: 制定详细SOP(标准操作程序), 涵盖滴定、标准曲线绘制等关键步骤, 并通过培训强化执行。数据验证闭环: 在数据记录与报告审核阶段, 结合环境与操作历史, 识别异常值, 形成“检测-复核-纠偏”闭环。

6.2 质量控制图技术的价值

动态监控与及时纠偏对检测准确性的提升。动态监控优势: 质量控制图技术通过图形化展示数据趋势(如中心线、控制限), 实时反映分析过程稳定性。例如, 连续数据点偏离警告限可提示潜在误差, 支持早期干预, 防止失控扩散。及时纠偏机制: 数据点超出控制限时, 立即启动排查流程, 检查仪器校准、试剂纯度或操作一致性, 快速定位问题根源。结合质控样品分析, 验证方法稳定性, 通过回归方程评估长期趋势, 优化控制限设置, 提升检测灵敏度。应用效果: 该技术显著降低人为误差风险, 增强数据可靠性, 为食品安全决策提供动态支持, 优于传统静态审核方法。

6.3 未来展望

智能化质量控制方法的发展方向与人员能力提升。智能化发展方向: 自动化监控: 集成传感器与AI算法, 实时分析环境参数与仪器性能, 自动触发校准或报警, 减少人工干预。大数据分析: 利用历史数据构建预测模型, 识别潜在风险点(如试剂失效趋势), 优化质量控制策略。物联网应用: 通过设备联网实现远程监控与数据共享, 提升多实验室协同效率。检测人员能力提升: 持续培训: 定期开展新技术培训(如智能化工具操作), 强化理论基础与实践技能, 确保人员适应方法更新。实践优化: 鼓励参与质量控制研究, 分享纠偏经验, 形成知识库, 推动操作规范迭代。责任意识强化: 通过案例学习, 提升对数据验证与报告审核的重视, 确保责任追溯机制有效执行^[4]。

综上所述, 食品检验检测的质量控制需多维度协同, 从基础环境到操作规范, 再到数据验证, 每一步都关乎结果可信度。引入质量控制图技术, 可动态监控分析过程, 及时纠偏。未来, 随着检测技术发展, 质量控制方法将更智能化, 为食品安全提供坚实保障。

参考文献

- [1] 施曰. 食品检验检测的质量控制及细节问题分析[J]. 现代食品, 2020, 14(3): 178-179, 184.
- [2] 李杰. 基于生物检测技术在食品检验中应用分析[J]. 现代食品, 2020, 13(3): 172-173, 177.
- [3] 赵昌. 食品检验检测的质量控制及细节问题研究[J]. 商品与质量, 2020, 29(36): 182.
- [4] 周磊. 食品检验检测中的质量控制及问题探究[J]. 科技创新导报, 2020, 17(3): 234, 236.