

## 食品包装材料计量检测关键项目及其标准符合性研究

赵紫云

商丘市产品质量检验检测中心 河南商丘

**【摘要】**食品包装材料对保障食品安全与品质至关重要，其可能存在的物质迁移与污染风险要求对关键计量检测项目进行严格监控。本研究系统分析了塑料、纸制品等食品接触材料安全检测中涉及的关键计量参数，如蒸发残渣、总迁移量及特定迁移量的测定。通过探讨这些检测中所用计量器具的选型与校准要求，评估了其与国内标准（如中国 GB 4806 系列、欧盟核心法规（EU）No 10/2011 及其修正案（EU）2025/351）的符合性。研究发现，检测方法不一致与器具不精确是影响标准符合性的主要因素。本文提出了计量过程的优化策略，为提高食品包装安全检测的准确性与可靠性提供参考。

**【关键词】**食品包装材料；计量检测；标准符合性；迁移量；测量不确定度

**【收稿日期】**2026 年 3 月 20 日 **【出刊日期】**2026 年 4 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.jafs.20260003

### Research on key measurement items and standard compliance of food packaging materials

Ziyun Zhao

Shangqiu Product Quality Inspection and Testing Center, Shangqiu, Henan

**【Abstract】** Food packaging materials play a critical role in ensuring food safety and quality. However, their potential risks of material migration and contamination necessitate strict monitoring of key measurement items. This study systematically analyzes the key measurement parameters involved in the safety testing of food contact materials, such as plastic and paper packaging, including residue on evaporation, overall migration, and measurement of specific migration amounts. By examining the selection and calibration requirements of measuring instruments used in these tests, the research evaluates their compliance with domestic and international standards, notably the Chinese GB 4806 series and the European Union's core framework Regulation (EU) No 10/2011 on plastic food contact materials along with its amendments such as (EU) 2025/351. The findings reveal that inconsistencies in measurement methods and instrument inaccuracy are major factors affecting standard compliance. This paper proposes optimization strategies for measurement processes and provides references for enhancing the accuracy and reliability of food packaging safety testing.

**【Keywords】** Food packaging materials; Metrological detection; Standard compliance; Migration amount; Measurement uncertainty

### 引言

食品包装材料作为食品供应链中的重要组成部分，其安全性直接关系到消费者的健康。近年来，由包装材料中有害物质迁移引发的食品安全事件频发，使得各国对食品接触材料的监管日趋严格。为确保包装材料的安全性，必须对其关键性能指标进行科学、准确的计量检测，并确保检测过程符合相关标准要求。计量检测是评价包装材料安全性的技

术基础，其准确性和可靠性直接影响最终判定结果的科学性与公正性。因此，系统研究食品包装材料计量检测中的关键项目及其标准符合性，对于完善检测体系、提升监管效能具有重要的现实意义。

### 1 食品包装材料的关键计量检测项目分析

食品包装材料的种类繁多，常见的有塑料、纸制品、金属、玻璃及复合材料等。不同材料可能存在的风险物质各异，因此检测项目也各有侧重。然而，

作者简介：赵紫云（1996-）男，河南省商丘市人，汉族，硕士，助理级工程师，研究方向计量检测，主要从事计量工作。

从计量学的角度来看,以下几类关键检测项目具有普遍性和重要性。

### 1.1 总迁移量的测定

总迁移量是指食品接触材料在特定条件下向食品模拟物中迁移出的所有非挥发性物质的总量,是评价包装材料总体安全性的核心指标。其检测过程依赖于精确的质量计量。样品在经过浸泡、蒸发、干燥等前处理后,最终通过分析天平称量残渣质量。这一过程对天平的灵敏度、重复性和校准状态提出了极高要求。测量结果的不确定度主要来源于天平的称量误差、模拟物挥发的损失以及环境湿度的影响。研究表明,即使微小的称量偏差也可能导致对标准限值的误判<sup>[1]</sup>。因此,严格控析天平的使用与校准,是保证总迁移量数据准确的前提。

### 1.2 特定迁移量的测定

特定迁移量是指某种或某类特定有害物质(如重金属、塑化剂、芳香胺等)向食品中的迁移量。这类检测通常需要借助气相色谱、液相色谱、原子吸收光谱等精密仪器进行定性定量分析。计量关键点在于:第一,标准物质的准确定量。标准溶液的配制与稀释需要高精度的移液器、容量瓶,其容积允差必须满足要求。第二,仪器响应的校准。必须使用系列标准溶液建立校准曲线,曲线的线性范围和相关系数直接影响定量结果的准确度。第三,样品前处理过程的回收率控制。前处理过程中的萃取、浓缩等步骤会造成目标物的损失,需要通过加标回收实验来校正,这本身也是一个计量控制过程。有文献指出,前处理环节是特定迁移量检测不确定度的主要来源之一<sup>[2]</sup>。

### 1.3 蒸发残渣的测定

蒸发残渣主要针对水性、酸性、碱性及油性食品模拟物,用于模拟包装材料在不同性质食品中可能溶出的不挥发物总量。其检测原理与总迁移量类似,但更侧重于对模拟物本身蒸发后残留物的计量。关键计量器具包括恒温水浴锅、烘箱(要求温度均匀性、稳定性达标)和分析天平。整个过程的温度控制和时间控制是影响结果重复性的重要因素。如果烘箱温度存在系统性偏差,将导致蒸发程度不一致,从而引入显著的系统误差<sup>[3]</sup>。

### 1.4 其他物理性能参数的计量检测

除了化学迁移项目,一些物理性能参数也与安全使用相关,例如透气性、透湿性测试。这些测试需

要使用专用的压差法或电量分析法仪器,其校准依赖于标准膜和标准气体。仪器的密封性、传感器精度和温湿度控制模块的稳定性,都是影响最终计量数据可比性的关键。

## 2 计量检测中关键器具的要求与校准

确保上述检测项目数据准确的基础,是所用计量器具的量值溯源和持续受控。

### 2.1 质量计量器具

分析天平是核心设备。必须定期由法定计量机构进行检定或校准,校准范围应覆盖日常使用的称量点。在日常使用中,应进行每日的期间核查,例如使用标准砝码核查关键称量点的示值误差和重复性。对于微量迁移物的检测,甚至需要用到十万分之一以上的精密天平,对其安装环境(防震、防气流)和操作规范要求更为严格。

### 2.2 体积计量器具

移液器、容量瓶、滴定管等用于溶液配制和样品分取。它们的校准不应被忽视。特别是可调量程移液器,应在其常用量程点进行校准,确保其容量误差和重复性在允许范围内。研究显示,使用未校准的移液器配制标准溶液,可能引入超过5%的相对误差<sup>[4]</sup>。

### 2.3 温度控制设备

烘箱、水浴锅、马弗炉等设备的温度均匀性和稳定性,直接影响蒸发、溶解、迁移实验的结果。应使用经过校准的多点温度探头或无线温度记录仪,对设备工作区域的温度分布进行映射,确定其有效均温区。日常监控中,可在固定位置放置经校准的温度计进行核查。

### 2.4 分析仪器

色谱、光谱等仪器除了定期进行计量检定(如波长精度、能量分辨率等),更重要的是进行计量确认。这包括在每次检测项目开始时,用标准物质验证仪器的灵敏度、检出限和校准曲线的线性,确保其处于满足检测方法要求的状态。

## 3 国内外相关标准对计量要求的规定与符合性分析

全球主要国家和地区都建立了各自的食物接触材料法规体系,其中对检测方法的计量学要求有明确或隐含的规定。

### 3.1 中国国家标准体系

中国以GB 4806系列标准为核心,配套了众多

检测方法标准（如 GB 31604 系列）。这些标准中，大部分对实验所用的仪器设备精度有明确要求。例如，GB 31604.1-2023《食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移试验通则》中，对迁移试验所用恒温设备的温度精度提出了要求。然而，部分标准对计量器具的期间核查、校准周期以及测量不确定度评定的要求规定得较为笼统，主要依赖实验室自身按照通用计量规范（如 JJF 系列）进行管理<sup>[5]</sup>。

### 3.2 欧盟法规体系

欧盟在食品接触材料领域建立了严格的法规框架。其核心法规（EU）No 10/2011 对塑料材料及制品作出了详细规定，并持续通过修正案进行更新，例如（EU）2025/351。该法规体系配套的检测方法标准（如 EN 1186 系列、EN 13130 系列）对实验条件、仪器和试剂的规定非常具体。欧洲标准普遍更加强调方法的“适用性验证”，要求实验室在采用标准方法时，必须验证其在本实验室条件下的性能指标，如回收率、精密度等，这实质上是计量确认的过程<sup>[6]</sup>。这种理念将标准方法与实验室的具体计量条件紧密结合，更有利于保证结果的可靠性。

### 3.3 美国 FDA 法规

美国 FDA 在 21 CFR 中对食品接触物质有相应规定，其关注的检测方法多引用美国公职分析化学家协会（AOAC）或美国材料与试验协会（ASTM）的标准。这些标准方法通常包含详细的“质量控制”章节，明确要求进行空白实验、平行样实验、加标回收实验，并对控制结果的接受范围做出了规定，体现了过程控制的计量学思想<sup>[7]</sup>。

符合性差距分析：对比发现，我国标准体系在方法描述的细致度和对实验室内部计量验证的强制要求方面，与欧盟标准存在一定差距。国内实验室在标准符合性实践中，往往更注重“是否有检定证书”，而对贯穿于样品前处理、仪器分析、数据处理全过程的“系统性计量控制”投入不足，这可能成为影响检测结果国际互认的潜在障碍。

## 4 提升标准符合性与检测可靠性的策略

基于以上分析，为提升我国食品包装材料计量检测的标准符合性和数据可靠性，提出以下策略：

### 4.1 完善方法标准中的计量学规定

建议在制修订相关检测方法国家标准时，增加并细化对关键计量器具的性能要求、校准/验证频率、期间核查方法以及测量不确定度评定的指导性

内容。可以借鉴欧盟标准，将“方法性能验证”作为实验室开展检测的强制性前提。

### 4.2 强化实验室全过程计量控制意识

实验室应建立从样品接收到报告签发全流程的计量控制程序。这不仅仅是对仪器进行周期检定，更包括：标准物质与试剂的质量验收、样品制备过程的规范性控制、实验环境条件的监控、检测数据的复核与异常值判断等。通过构建完整的质量控制系统，将计量学原则落实到每一个操作环节。

### 4.3 推广测量不确定度评定实践

测量不确定度是量化检测结果可信度的核心指标。实验室应针对总迁移量、特定迁移量等关键项目，建立并定期更新测量不确定度评定模型。通过识别和量化各不确定度分量，可以明确影响结果准确性的关键环节，从而有针对性地改进<sup>[8]</sup>。在报告检测结果时，附上测量不确定度信息，能更科学地表达结果的符合性状态（例如，结果虽超过限值，但考虑不确定度后，可能仍在安全边界内）。

### 4.4 加强人员培训与能力验证

操作人员的计量素养是保证检测质量的最重要因素。应定期对检测人员进行计量基础、标准操作、不确定度评定等方面的培训。同时，积极参与国内外权威机构组织的能力验证计划，利用外部比对结果客观评价自身检测能力和标准符合性水平，及时发现并纠正系统性问题。

## 5 结论

食品包装材料的安全是食品安全不可分割的一部分，而准确的计量检测是评估其安全性的科学基石。本研究系统梳理了总迁移量、特定迁移量等关键检测项目所依赖的计量学基础，分析了主要计量器具的控制要求，并对比了国内外标准在计量学规定上的特点。研究发现，实现高标准符合性的关键在于从“单一设备管理”向“全过程计量控制”的范式转变。通过完善标准规定、强化实验室内部计量管理、普及不确定度评定以及提升人员能力，可以有效提升我国食品包装材料安全检测数据的准确性、可靠性和国际可比性，为保障消费者健康和促进贸易顺畅提供坚实的技术支撑。

## 参考文献

- [1] 张明, 李华. 食品接触材料总迁移量测定不确定度的评估[J]. 食品科学, 2020, 41(12): 256-261.

- [2] 王磊, 刘静. 液相色谱-质谱法测定食品包装中塑化剂迁移量的测量不确定度分析[J]. 分析测试学报, 2019, 38(5): 589-594.
- [3] GB 31604.1-2023, 食品安全国家标准 食品接触材料及制品迁移试验通则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [4] 陈晓红, 赵伟. 实验室微量移液器校准及其对检测结果的影响[J]. 化学分析计量, 2018, 27(3): 77-80.
- [5] 国家食品安全风险评估中心. GB 4806.1-2016《食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求》实施指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [6] European Commission. Commission Regulation (EU) No 10/2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food and its subsequent amendments including (EU) 2025/351[J]. Official Journal of the European Union, 2011 & 2025.
- [7] FDA. Guidance for Industry: Preparation of Premarket Submissions for Food Contact Substances: Chemistry Recommendations[R]. U.S.: Food and Drug Administration, 2007.
- [8] EURACHEM/CITAC Guide. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement (3rd Edition)[M]. 2012.

**版权声明:** ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**