《标准玻璃浮子校准规范》编制说明

1 任务来源

根据国家市场监督管理总局2023年相关计量技术法规修订计划，由全国质量密度计量技术委员会归口，中国计量科学研究院作为主要起草单位等，江西计量院、内蒙计量院、江苏计量院、云南计量院等作为参加起草单位，承担《标准玻璃浮子校准规范》的修订工作，旨在替代JJF 1709-2018《标准玻璃浮子校准规范》，适应标准玻璃浮子计量校准技术发展及行业应用需求。

2 规范制定的必要性

标准玻璃浮子是密度梯度管法测量液体密度的核心标定器具，广泛应用于石油化工、食品制药、材料检测等领域——通过其已知密度值标定密度梯度管内液体的密度梯度，进而实现被测样品（如塑料、石油产品等）的密度精准测量。

原JJF 1709-2018《标准玻璃浮子校准规范》在实施过程中，逐渐显现出与当前技术水平及行业需求的适配性问题：一是原规范中“采用密度副基准—密度计组作为标准器”的表述已不符合现有计量溯源体系发展，需更新标准器类型；二是原规范未明确静力称量法的详细操作步骤及计算公式，导致实际校准中方法统一性不足；三是缺乏空气密度计算、静力称量法不确定度评定等关键技术支撑文件，影响校准结果的准确性与溯源可靠性；四是直接比较法与静力称量法的配套设备要求未细化，易造成实验室操作差异。

因此，修订并完善《标准玻璃浮子校准规范》，明确校准技术要求、补充校准方法、完善溯源路径，对保证标准玻璃浮子量值准确、统一行业校准方法、支撑下游领域产品质量控制及贸易结算具有重要意义。

3 《标准玻璃浮子校准规范》制定过程

（1）立项与调研阶段（2024年3月—5月）：根据国家市场监督管理总局计量技术法规修订计划，成立规范起草小组，明确工作计划与分工。起草小组通过行业调研、实验室走访（覆盖石油化工、计量技术机构等领域），收集标准玻璃浮子实际使用场景、现有校准痛点及技术需求，梳理国内外相关标准（如ISO 1183系列、ASTMD1505-10、JJG86等）的技术要点，为规范修订奠定基础。

（2）试验验证阶段（2024年6月—11月）：起草小组针对核心校准方法开展试验验证——一方面验证“液体密度标准物质+实验室振动式液体密度仪”作为标准器的可行性，测试不同密度范围（0.8~2.2）g/cm³浮子的校准重复性与准确性；另一方面细化静力称量法的操作流程（如浮子清洗工艺、恒温控制精度、称量重复性要求），验证其数据处理公式的合理性，同时补充空气密度计算对校准结果的影响分析。

（3）初稿编制阶段（2024年11月—2025年5月）：基于调研与试验数据，起草小组按照JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》，完成《标准玻璃浮子校准规范（初稿）》，明确范围、引用文献、术语、计量特性、校准条件、校准方法等核心内容，新增静力称量法相关技术条款。

（4）征求意见阶段（2025年6月—8月）：组织计量技术机构、行业应用企业及相关专家对初稿进行讨论，针对“校准介质选择”、“不确定度评定细节”、“记录格式完整性”等问题收集意见，修改完善后形成《标准玻璃浮子校准规范（征求意见稿）》。

4 规范制定的主要技术依据及原则

4.1 依据

《本规范修订主要依据以下文件：

计量基础规范：JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2011《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》；

相关计量技术法规：JJG86《标准玻璃浮计》、JJF 1229—2021《质量密度计量名词术语及定义》；

国际及行业标准：ISO 1183-1：2025《塑料—非泡沫塑料的密度测定方法—第1部分：浸渍法、液体相对密度瓶法和滴定法》、ISO 1183-2：2019《塑料—非泡沫塑料的密度测定方法—第2部分：密度梯度管法》、ASTMD1505-10《用密度梯度法测定塑料密度的试验方法》。

4.2 原则

规范修订过程中，起草小组严格遵循以下原则，确保技术先进性与实际可操作性：

（1）溯源合理性：删除原规范中“密度副基准—密度计组”的表述，新增“液体密度标准物质+实验室振动式液体密度仪”作为标准器，统一量值溯源至国家有证标准物质，简化溯源路径的同时保证可靠性；

（2）方法完整性：补充静力称量法的详细操作步骤（如浮子空气中/液体中称量流程、恒温控制要求）及数据处理公式（体积、真空质量、密度计算式），与直接比较法形成互补，覆盖不同实验室条件的需求；

（3）技术支撑性：新增附录（空气密度计算公式、湿空气密度表、静力称量法不确定度评定示例等），为实际校准提供关键技术工具，降低操作误差；

（4）行业适配性：结合石油化工、制药等行业对浮子密度范围（0.8~2.2）g/cm³的核心需求，明确校准介质选择（如十三烷、酒精水溶液、氟油等），细化配套设备参数（如恒温水浴控温精度、电子天平分辨力）；

（5）非合格判定性：仅规定计量特性、校准项目及方法，不设定合格性判别指标，仅提供技术参考，适配不同场景下的浮子使用需求。

5 规范的主要内容

5.1 概述

明确标准玻璃浮子的定义（用于密度梯度管中标定液体密度的特制玻璃空心小球）及密度梯度管的测量原理（通过两种或多种液体混合形成自上而下线性变化的密度柱，利用浮子标定密度梯度），同时说明其在石油化工、制药等行业的应用场景，为后续校准技术条款提供背景支撑。

5.2 计量特性

规范明确标准玻璃浮子的核心计量特性，确保其满足标定需求：

（1）外观：直径（2～8）mm的充分退火玻璃空心小球，彩色或无色透明，表面无裂纹；

（2）标准温度：23℃；

（3）密度值：浮子密度值需修约至0.0001g/cm³，保证标定精度。

5.3 校准设备

5.3.1 环境条件

实验室温度：（23±3）℃，避免温度波动影响液体密度及浮子体积；

配套设施：需配备通风设备、水源及防火设施（因校准介质含酒精、石油产品等易燃物质）。

5.3.2 标准及配套设备

（1）标准器：

静力称量法：采用“液体密度标准物质（扩展不确定度优于*U*=3.3×10⁻² kg/m³，*k*=2）+实验室振动式液体密度仪（测量范围(650～2000) kg/m³，扩展不确定度优于*U*=6×10⁻² kg/m³，*k*=2）”，校准前需用液体密度标准物质对振动式密度仪进行校准；

直接比较法：可选择“一等标准玻璃浮计组（测量范围(650～2000) kg/m³）”或与静力称量法相同的“液体密度标准物质+实验室振动式液体密度仪”。

（2）校准介质：需清澈无可见颗粒，静力称量法固定采用十三烷，直接比较法根据密度范围选择（如(650~800) kg/m³用石油产品混合液，(1840~2000) kg/m³用碘化钾-碘化汞水溶液）；

（3）配套设备：明确两种校准方法的专用设备参数（如静力称量法需电子天平分辨力1μg及F1等级砝码，直接比较法需内径(100~120) mm的玻璃校准筒），其中恒温水浴控温精度分别为静力称量法（23±0.05）℃、直接比较法（23±0.1）℃。

5.4 校准项目和校准方法

5.4.1 校准项目

核心校准项目为密度值，辅以外观检查（确认符合5.1要求）。

5.4.2 校准方法

（1）准备工作：浮子用合成洗涤剂/酒精清洗（保证浸润性），玻璃仪器洗涤干燥（器壁不挂水珠），根据浮子密度预判范围配置校准液体，将校准筒放入恒温水浴恒温；

（2）静力称量法（阿基米德原理）：

* 测量浮子在空气中的表观质量（两次称量取平均，记录温湿度、压力）；
* 用振动式密度仪测量校准介质（十三烷）的密度；
* 测量浮子在十三烷中的表观质量（两次称量取平均，记录液体温度）；
* 数据处理：通过联立方程计算浮子23℃体积（式3）、真空质量（式4），最终按密度公式（式5）计算密度值；

（3）直接比较法：

* 将浮子与标准器放入校准筒，调整液体密度使浮子悬浮（上浮加低密度液体，下沉加高密度液体）；
* 恒温15分钟后，用标准浮计或振动式密度仪测量液体密度（两次测量取平均，差值超0.0001 g/cm³需重测）；
* 数据处理：若用一等标准浮计，按式（6）计算（含示值、温度、毛细修正）；若用振动式密度仪，按式（7）计算（含示值修正）。

5.5 校准结果和复校时间间隔

校准结果表达：校准证书需符合JJF 1071—2010要求，内页明确浮子标准温度（23℃）、密度值、测量不确定度等信息（参考附录G格式）；

复校时间间隔：由用户根据使用频率确定，建议常规使用为1年，使用频繁时缩短间隔。

5.6 附录补充

新增4个附录，为实际校准提供技术支撑：

附录 A：静力称量法不确定度评定示例（含测量模型、不确定度来源、灵敏系数计算）；

附录 B：静力称量法校准记录参考格式；

附录 C：直接比较法不确定度评定示例；

附录 D：直接比较法校准记录参考格式；

附录 E：空气密度计算公式（CIPM-2007 推荐公式）；

附录 F：湿空气密度表（便于快速查询空气密度）；

附录 G：校准证书内页参考格式。

6 结束语

本规范作为JJF 1709-2018的修订版，核心变化包括：删除密度副基准—密度计组相关表述，新增“液体密度标准物质+振动式密度仪”作为标准器；补充静力称量法操作步骤及数据处理公式；新增空气密度计算、不确定度评定示例等附录。修订目的是适配当前计量溯源体系与行业应用需求，统一校准方法、提升校准准确性，同时保持技术条款的灵活性（不做合格性判定）。

恳请各计量技术机构、行业专家对本规范提出宝贵意见，进一步优化技术内容，使其更科学、合理、适用，为标准玻璃浮子量值统一及下游行业质量控制提供有力支撑。

### 《标准玻璃浮子校准规范》校准规范起草小组

2025年9月