

固定污染源废气氨在线监测系统校准规范

编制说明

规范编制组

2025 年 XX 月

目 录

- 一、任务来源
- 二、编制规范的目的和意义
- 三、规范编制工作过程
- 四、规范编制的原则与依据
- 五、制定主要内容及技术关键
- 六、规范实施建议

一、 任务来源

根据国家市场监督管理总局办公厅“市监计量发[2024] 40 号文件《市场监管总局办公厅关于印发 2023 年国家计量技术规范项目制定、修改及宣贯计划的通知》要求，由北京市计量检测科学研究院作为主要起草单位，中国环境监测总站、山东省生态环境监测中心、杭州谱育科技发展有限公司、安荣信科技（北京）股份有限公司等作为参加起草单位，共同制定《固定污染源废气氨在线监测系统》校准规范。

二、 编制规范的目的和意义

随着我国大气污染防治攻坚战的深入推进，氨（ NH_3 ）作为细颗粒物（ $\text{PM}_{2.5}$ ）的重要前体物，其排放管控已被纳入生态环境治理核心任务。固定污染源废气氨在线监测是脱硝工艺过程喷氨量控制的重要监测技术，也是烟气排放中氨浓度的有效监测手段，为工艺控制、环境管理和环境执法提供依据，对节能减排，提高环境监测的效率，提升环保监控的现代化水平，具有重要意义。

目前燃煤电厂、工业窑炉普遍采用选择性催化还原技术（SCR）或非选择性催化还原技术（SNCR）脱除 NO_x ，均是以 NH_3 作为还原剂，将烟气中 NO_x 还原成 N_2 和 H_2O 。SCR 技术可以高效脱除氮氧化物，在脱硝效率达到 90% 以上，但由于催化还原常用还原剂为 NH_3 ，导致脱硝设备出口存在氨逃逸现象，而 SNCR 脱硝效率通常仅在 40%~60% 之间，氨逃逸更是不可避免。逃逸的氨有以下危害：

(1) 逃逸的氨与尾部烟道中烟气中的 SO_3 反应生成粘结性的硫酸铵 / 硫酸氢铵，腐蚀性极强，且在温度降低后形成为黏性极强的液体形态，会附着在烟道和设备上（例如：脱硝催化剂、空预器等）产生腐蚀、堵塞，严重者会引起机组异常停机，造成巨大损失；

(2) 逃逸的氨排放到大气中，作为大气中的唯一碱性气体，氨气可以同水及酸性物质反应生成硫酸铵、硝酸铵，而重污染天气中硫酸铵、硝酸铵的质量总和约占 $\text{PM}_{2.5}$ 的 40%~60%，越污染严重的天气，比例越高。

由于氨逃逸的极大危害性，国家在一系列的标准中（《火电厂氮氧化物防治技术政策标准号：环发[2010]10 号》；《氨法烟气脱硫工程通用技术规范》(HJ 2001-2018) 等标准）对氨逃逸的排放提出了明确的要求，要求 SCR 工艺氨逃逸低于 2.5 mg/m^3 ，SNCR 工艺氨逃逸低于 8 mg/m^3 。目前针对氨的标准和规程规范主要有《HJ 533-2009 环境空气和废气氨的测定纳氏试剂分光光度法》、《HJ 534-2009 环境空气氨的测定次氯酸钠-水杨酸分光光度法》，和《JJG 1105-2015 氨气检测仪》，前面两个标准主要针对氨的检测方法标准，后面是针对实验室送检的氨含量分析仪和检测报警器校准，目前还没有针对氨逃逸在线监测系统的规程规范。

氨逃逸在线监测系统是包括了采样系统、样品预处理系统及氨气分析仪等高度集成的监测系统，监测数据的最终准确性受到整个系统的各个组成单元影响，而仅针对氨气分析仪进行校准并不能保障最终数据的准确性和计量溯源性。目前采用的《JJG 1105-2015 氨气检测

仪》适用于实验室环境下氨含量分析仪和检测报警器校准，同时，氨逃逸在线监测系统由于是现场监测仪器，其零点漂移、量程漂移问题以及环境介质的复杂性等都对仪器的性能和校准提出了不同的要求。

为了促进固定污染源废气氨在线监测系统具有统一的标准和评价方法，规范氨在线监测设备市场，建立可溯源的氨逃逸在线监测系统的校准平台，保障我国氨逃逸监测结果的量值溯源性和可靠性，有必要制定固定污染源废气氨在线监测系统校准规范。

三、 规范编制工作过程

接到任务下达通知后，成立规范起草小组，起草小组成员由多年从事氨逃逸计量校准和研发人员组成，落实各项具体工作，其中包括：制定规范编写实施计划，开展文献查阅和相关调研工作，购置试验耗材，对国内外生产厂家及技术指标进行调研等前期准备工作。2024年3月初，通过文献梳理、标准查询、行业现状调研、实地考察以及咨询行业专家和企业工程师，确定了该项目的实验方案。2024年6月至2024年12月，对国内具有代表性的固定污染源（ NH_3 ）在线监测系统进行技术指标测试。具体内容包括示值误差、重复性、响应时间、零点漂移和量程漂移等核心计量性能校准。2025年3月，通过参考国外相关标准以及国内现有的固定污染源（ NH_3 ）在线监测系统的国家标准、环境标准等，形成征求意见稿，在该研究领域广泛征集意见。2025年6月初，项目起草小组对征求意见稿进行修订，补充相关试验，形成征求意见稿。

四、 规范编制的原则与依据

本规范制定以国内实际情况为出发点，体现科学性、合理性、先进性、实用性。努力使规范校准项目、技术要求及校准方法与国际建议和国家（行业）标准、技术规范相符合。

本规范制定主要依据及参考了以下文件：

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJG 1105-2015 氨气分析仪计量检定规程

HJ 76-2017 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

DB 41/T 2199-2021 固定污染源废气 氨排放连续监测技术规范

ISO 17179:2016 Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas - Performance characteristics of automated measuring systems, JIS B7993 使用非萃取方法的废气的自动测量系统等有关技术规范。

从上述国内外标准规范可以看出，对固定污染源废气氨在线监测系统的技术要求主要集中在误差、重复性、响应时间、漂移等特性上。此外，如具备气体加湿能力，应考虑模拟环境空气的湿度，以测试湿度对系统测量准确的影响。

五、 制定主要内容及技术关键

1.技术路线和测量范围

规范起草小组考虑固定污染源废气氨在线监测系统的产品使用

特点、目前国内的制造技术水平等因素，确定了科学合理的技术指标和校准方法。同时考虑到计量特性和校准方法上与现行有效的行业标准和国家标准的协调性与一致性。固定污染源氨气在线监测系统校准规范主要包括：适用范围、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果、校准间隔等要求。

本规范参考国内外相关经验，主要采用携带气体标准物质、气体动态稀释装置至现场开展现场校准的技术路线。此外，由于环境空气湿度是影响系统测量准确的重要干扰因素，因此，本规范参考美国环保署相关测试经验，采用动态稀释加湿的方式模拟环境空气湿度，测试湿度对系统测量准确的影响。

2. 计量特性确定原则

本规范聚焦固定污染源废气氨在线监测系统，考虑到在线监测系统的特点，校准过程在现场完成。根据被校系统的状态，分为“系统常规计量特性”及“抗干扰能力计量特性”两种情形。系统常规计量特性是指使用标准气体对系统进行现场校准，校准项目包括示值误差、重复性、系统响应时间、零点漂移和量程漂移。；抗干扰能力计量特性校准是指在系统正常运行状态下，使用参考仪器和规定的方法对系统进行现场校准，校准项目包括实际烟气干扰的示值误差和加湿标气干扰的示值误差。除考虑在线监测系统受湿度影响较大，增加了湿度干扰误差，也考虑到与目前氨排放标准从 $3\text{mg}/\text{m}^3 \sim 30\text{mg}/\text{m}^3$ ，增加了实际烟气干扰误差。

3. 氨在线监测系统情况

当前氨在线监测产品测量技术主要有两种。一是采用可调谐半导体激光吸收光谱（TDLAS）测量技术。可调谐半导体激光吸收光谱技术指通过改变半导体激光器工作电流或工作温度等参数调谐激光输出波长，扫描被测气体得到某一条或一簇吸收谱线的吸收光谱，吸收光谱包括了直接吸收光谱、波长调制光谱、频率调制光谱或腔增强吸收光谱等，通过分析该吸收光谱获得被测气体的浓度信息。此类产品数量较多，大部分采取高温伴热抽取方式采样测量，小部分采用原位对穿分析测量。二是采用傅里叶变换红外光谱（FTIR）技术。此类产品相对较少，主要有 ABB 公司 MBGAS-3000 型、西克麦哈克公司的 MCS100FT 型、聚光科技公司等产品。另外，市场上氨在线监测产品还有少量的紫外差分原理的监测仪。本校准规范的关键技术内容主要为计量特性的确定。

4. 规范主要内容

4.1 概述

固定污染源氨气（ NH_3 ）排放连续监测系统主要用于固定污染源废气中氨浓度监测，主要监测原理为可调谐半导体激光吸收光谱法、傅里叶变换红外光谱法原理等。仪器主要由高温取样系统和高温测量系统组成。

4.2 计量特性

（1）示值误差

仪器量程校准后，分别通入浓度为满量程浓度 20%、50%、80% 的标准气体，待仪器稳定后记录示值。同一浓度点重复测量 3 次，取

平均值。

（2）重复性

通入零点气体，待仪器稳定后，通入浓度为满量程 80% 的标准气体，待仪器稳定后，记录仪器示值，撤去标准气体，然后通入零点气体使仪器示值回零，再通入上述浓度的标准气体。在相同条件下重复上述操作 6 次。

（3）系统响应时间

仪器调整后，以相同流量通入零点气体，待仪器稳定后，通入浓度为测量范围上限 80% 的标准气体，记录仪器稳定后的示值，停止通气，让仪器回到零点。再通入上述标准气体，同时启动秒表，待示值升至上述稳定值的 90% 时，停止秒表，记下秒表显示的时间。按上述操作方法重复测量 3 次，3 次测量结果的算术平均值为仪器的响应时间。

（4）漂移

通入零点气体，待仪器稳定后，记录仪器示值。然后通入浓度为测量范围上限 80% 的标准气体，待仪器稳定后，记录仪器示值，撤去标准气体。让仪器连续运行 4 h，每间隔 1 h 重复上述步骤一次，按公式计算零点漂移和量程漂移。

（5）湿度干扰误差

通入浓度约为 80% 量程的干燥标准气体，待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值；然后通入相对湿度为 $(50 \pm 10) \% \text{ RH}$ 、温度为 $(15 \sim 35) ^\circ \text{C}$ 的同样浓度标准气体，测量示值稳定后分别记录连

续 3 次测量示值。

（6）实际烟气干扰误差

将参考仪器按照 HJ 76 或 HJ 1330 及说明书的要求放置在现场操作平台，连通管路，开机并预热稳定。在工况条件相对稳定的情况下，使用参考仪器进行气密性检查及校准后开展测量，在互不影响测量的前提下，参考仪器测量断面应尽可能靠近系统测量断面。待参考仪器稳定后，按分钟保存数据，取至少连续 5min~15min 测定数据的平均值作为一次测定值，并记录参考仪器测量的起止时间；从参考仪器开始记录数据起，同时记录被校准系统在相同测量时段内数据，取平均值作为该时间段被校准系统的测量值。断开气路连接，使烟气分析仪回零后，重复上述步骤测量 6 次。

六、 规范实施建议

在本规范的制定过程中，起草小组以国内外技术资料及相关标准、大量实验数据为技术依据，本着科学合理、易于操作和普遍适用的原则，制定完成了固定污染源废气氨在线监测系统校准规范。