

附件 9

《固定污染源废气氨自动监测系统
技术要求（征求意见稿）》
编制说明

《固定污染源废气氨自动监测系统技术要求》

标准编制组

二〇二六年三月

项目名称：固定污染源废气氨自动监测系统技术要求

项目统一编号：2025-14

承担单位：中国环境监测总站、河北省生态环境监测中心、中国环境
保护产业协会

编制组主要成员：邓宝卿、周刚、迟颖、张晨、范蕴非、赵欣、李根
利、李志伟、闫骏、王睿

环境标准研究所技术管理负责人：裴淑玮

生态环境监测司项目负责人：仇鹏

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	工作过程	1
2	标准制修订的必要性分析	2
2.1	相关法律法规要求	2
2.2	氨对环境的影响	3
2.3	相关生态环境标准和环境管理工作的需要	4
2.4	本标准在框架体系中的定位	8
3	固定污染源废气氨自动监测技术及国内外相关仪器标准研究	12
3.1	固定污染源废气氨自动监测技术	12
3.2	废气氨自动监测系统市场调研	13
3.3	国外固定污染源废气氨自动监测系统相关标准	14
3.4	国内固定污染源废气氨自动监测系统相关标准	15
3.5	本标准与国内外相关标准的关系	15
4	标准制订的基本原则和技术路线	16
4.1	标准制订的基本原则	16
4.2	标准制定的主要技术内容和依据	16
4.3	标准制定的技术路线	17
5	标准主要技术内容	18
5.1	标准主要内容	18
5.2	标准主要内容说明	19
6	方法验证	44
6.1	验证方案	44
6.2	验证过程及结果	45
7	与开题报告的差异说明	45
8	标准征求意见稿技术审查情况	45
9	标准实施建议	46
10	参考文献	47
	附件一 方法验证报告	50

《固定污染源废气氨自动监测系统技术要求（征求意见稿）》

编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

根据《关于发布 2023 年国家生态环境监测标准预研究项目清单（第一批）的通知》（监测函〔2023〕23 号）要求，中国环境监测总站承担该标准预研究工作。预研究结题后，根据《关于开展 2025 年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2025〕243 号）要求，生态环境部下达了《固定污染源废气氨自动监测系统技术要求》标准制订工作计划，项目统一编号为 2025-14。标准承担单位为中国环境监测总站，协作单位为河北省生态环境监测中心、中国环境保护产业协会。

1.2 工作过程

1.2.1 工作基础

1.2.1 成立标准编制组

2023 年 4 月，该项目任务下达后，中国环境监测总站作为承担单位，召集协作单位成立了标准编制组，明确任务分工，按照《国家环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）要求，确定标准制订的基本原则和技术路线。

2023 年 4 月～5 月，编制组查阅了国内外相关标准和文献资料，梳理了现有大气有组织排放标准中对氨的有关控制要求、废气氨现行主要监测分析方法、氨自行监测频次要求、氨自动监测技术、国内外固定污染源废气氨自动监测系统相关标准。通过市场调研，主要了解几种代表性原理的仪器，总结仪器基本情况。经初步的讨论、分析、比较，形成了本标准的草案以及相关技术指标验证测试初步方案。

2023 年 6 月～11 月，编制组对固定污染源废气氨自动监测系统验证测试工作进行了仪器征集和选型，根据环境管理需求筛选了拟开展验证测试行业，结合国内外各仪器生产商自动监测系统技术水平和验证测试地点实际氨排放情况，确定了各行业验证测试方案，并先后在水泥、焦化、烧结行业排放口累计组织开展了 10 个型号涵盖主流废气氨自动监测原理的仪器验证测试工作，在总结验证测试情况的基础上完善了标准征求意见稿，完成标准编制说明及方法验证报告。

2023 年 12 月 15 日，标准编制组组织召开征求意见稿专家技术讨论会，专家组对标准征求意见稿及编制说明进行了审查，提出如下意见：

1、编制单位提供的标准文本格式规范，内容翔实，可操作性强，编制说明要素齐全，验证实验数据完整，符合标准立项要求；

2、标准中仪器检测技术指标设置合理，检测方法科学规范。

专家组建议将本标准尽快纳入标准立项程序。

按照专家研讨会会议意见进行标准文本和编制说明修改后,编制组提出预研究结题申请。

同时,为加快支撑大气氨污染防治工作,2024年承担单位中国环境监测总站发布《固定污染源废气氨(NH₃)排放连续监测系统检测作业指导书》(CNEMC-03-ZJZX-029-2024),同年启动了相关仪器的适用性检测工作,截至2025年6月,检测通过并发放了8个型号的废气氨自动监测系统检测报告,标准编制组梳理了8个型号适用性检测数据,相关数据已纳入本标准征求意见稿的验证测试数据,进一步论证标准征求意见稿相关性能指标的科学性。

1.2.2 预研究项目结题暨制修订项目开题论证会

2024年12月27日,生态环境监测司组织召开预研究项目结题暨制修订项目开题论证会,专家组对标准的主要技术内容和制修订工作过程进行了论证,提出以下意见:

- 1、项目主编单位提供的材料齐全、内容完整、格式规范;
- 2、项目主编单位对国内外方法标准及文献进行了充分调研;
- 3、项目定位准确,技术路线合理可行,验证内容完善。

1.2.3 征求意见稿技术审查会

2025年12月24日,生态环境部生态环境监测司组织召开了本标准的征求意见稿技术审查会,专家组听取了标准主编单位所作的标准研究报告和验证报告的内容介绍,经质询、讨论,形成以下审查意见:一、标准主编单位提供的材料齐全、内容完整;二、标准主编单位对国内外方法标准及文献进行了充分调研;三、标准定位准确,技术路线合理可行,方法验证内容完善。专家组通过该标准征求意见稿的技术审查。建议按照以下意见修改完善后,提请公开征求意见:1、在编制说明中进一步完善性能指标及对应指标要求的解释说明;2、按照《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ 565-2010)对标准文本和编制说明进行编辑性修改。征求意见稿通过技术审查会,标准编制组根据技术审查会意见进一步在编制说明中完善了性能指标及对应指标要求的解释说明并对照《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ 565-2010)修改了标准文本及编制说明,并上报生态环境监测司。

2 标准制修订的必要性分析

2.1 相关法律法规要求

根据《中华人民共和国生态环境法典》第一百八十四条的规定,实行排污许可重点管理的企业事业单位和其他生产经营者,应当按照国家规定安装、使用、维护污染物排放自动监测设备,开展监控、自动监测,并与生态环境主管部门的监控设备联网,保证自动监测设备正常运行,保存原始监测记录;本标准可以作为环境监测设备商设计、生产固定污染源废气氨自动监测系统的技术依据和监测机构开展固定污染源废气氨自动监测系统性能指标检测的技术依据。

《生态环境监测条例》第二十二条规定,开展自行监测应当使用符合国家标准和规范的监测设备,并对监测设备进行经常性维护、保养和定期检定、校准,保证监测设备正常运行。目前,我国尚未出台固定污染源废气氨自动监测仪器技术要求相关国家标准,本标准可填补

相关标准空白。

2.2 氨对环境的影响

2.2.1 氨的理化性质及来源

常温下氨是一种无色气体，有强烈的刺激气味，是大气中重要的微量气体之一，也是唯一的碱性气体。分子量 17.03，熔点为 $-77.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，沸点为 $-33.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，极易溶于水，常温常压下 1 体积水可溶解 700 倍体积氨，水溶液称为氨水。氨的用途广泛，是制造硝酸、化肥、炸药的重要原料，也是所有药物直接或间接的组成物质。随着人口的增长以及经济社会活动的增加，全球大气氨排放量明显上升，部分研究结果估算，2100 年全球氨排放量将达到 $93\times 10^6\text{t}$ ，较 2008 年增长 43%^[1]。2018 年，我国氨年排放量约为 $9.90\times 10^6\text{t}$ ，其中农业氨排放是我国氨排放的主要来源，约占 80%^[2]，其他排放源包括生物质燃烧、人体排泄物、化工生产、废物处理、交通运输、工业逃逸氨等。虽然农业氨排放量远超其他行业，但农村人口数量分布相对稀疏、乡村面积大，而城市人口密集、工业企业数量多，部分城市大气氨排放贡献中非农业氨排放占比更为突出，如 Zhang^[3]等人在北京 325 m 的气象高塔进行氨气观测，观测结果 2016 年 3 月至 2017 年 3 月非农业氨排放贡献可达 72%。

而随着近年来我国工业不断发展，工业逃逸氨的排放对大气氨浓度水平的贡献已不容忽视，特别是为了治理燃料燃烧、化工工业、燃煤油气、水泥生产、废弃物处理等行业产生二氧化硫、氮氧化物而采用的氨法脱硫、选择性催化还原脱硝或选择性非催化还原脱硝工艺以及合成氨工程导致的逃逸氨，已成为非农业氨排放的重要因素。Pan^[4]等通过 ^{15}N 同位素质量平衡模型，解析到北京雾霾天气工业逃逸氨对大气氨浓度的贡献可达到 34%~48%。

2.2.2 氨对土壤和水环境的影响

大量氨气进入环境会对生态系统功能产生诸多负面影响^[5]，比如，挥发的氨会通过大气干、湿沉降回到陆地和水体，增加了环境养分输入造成的水体富营养化。活性氮在陆地生态系统输入增加，一方面会改变植物群落中物种间的竞争格局，喜氮植物数量的增加限制了其他物种的生长和发展，从而降低了系统的物种多样性；另一方面，氨本身在大气中寿命虽然较短，但其极易溶于水，形成 NH_4^+ ， NH_4^+ 可实现远距离的输送迁移，沉积引起较广范围的土壤酸化、森林退化和水体富营养化等问题，还可能影响降水变化等。

2.2.3 氨对大气环境的影响

氨气在大气中不稳定，易转换，传输距离短，是大气细颗粒物（ $\text{PM}_{2.5}$ ）形成的重要因素。作为大气环境中唯一能够大量存在的碱性气体，是大气酸性成分最主要的中和剂，易与大气中的酸性前体物（如 SO_2 和 NO_x ）反应，生成多种氨盐，如 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4NO_3 等^[6]，这些氨盐能有效促进 $\text{PM}_{2.5}$ 的形成，稳定在细颗粒物中形成二次无机气溶胶，并显著影响大气能见度，进而诱发雾霾污染。张会涛^[7]等通过对武汉市 $\text{PM}_{2.5}$ 化学组分进行分析，发现 OC 、 SO_4^{2-} 和 NH_4^+ 质量分数排名前三，总计达到 40%，主要受工业及机动车排放等的影响；肖致美^[8]等通过对 2017~2019 年天津市 $\text{PM}_{2.5}$ 主要组分进行分析，发现 NO_3^- 和 NH_4^+ 质量分数逐年上升；谭静瑶^[9]等通过对邯郸市 $\text{PM}_{2.5}$ 化学组分进行分析，发现以 NH_4^+ 为代表的

二次无机盐是 $\text{PM}_{2.5}$ 的关键成分，在污染中起重要作用；金丹^[10]等人研究发现，占比超过上海 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度 10% 的来源直接指向环境空气中高含量的氨气；Horvath^[11]发现氨盐精细气溶胶对整个可见光区的消光性远远超过硫酸等物质，在大气能见度上影响巨大。 NH_3 不仅在排放到大气中后才能形成 $\text{PM}_{2.5}$ ，在烟道中，随着烟气温度的降低，气态污染物饱和蒸汽压下降，氨气、三氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等就可自发形成可过滤颗粒物^[12]，直接排放到大气中，提高颗粒物的直接排放量。

2.2.4 氨对人体的危害

氨的溶解性很高，很容易吸附在皮肤黏膜和眼结膜上，同时氨对接触的人体组织有腐蚀和刺激作用，皮肤和眼结膜便会感觉到刺激和炎症^[13,14]。此外，氨能吸收组织中的水分，使组织蛋白变性，并使组织脂肪皂化，从而破坏细胞膜结构，减弱人体对疾病的抵抗力。氨也能使血管松弛，暴露在高浓度的氨之中可导致中枢神经系统紊乱，包括神经功能衰竭甚至昏迷。

2.2.5 氨对自动监测的影响

目前，我国重点排污单位均已安装烟气排放连续监测系统（CEMS），通过自动监测的方式监控污染物排放浓度。对于使用 Nafion 管除湿方式的废气自动监测系统，因氨能够对 Nafion 管造成不可逆的损坏^[15]，影响除湿效率，可能影响自动监测系统性能，干扰监测数据。

2.3 相关生态环境标准和环境管理工作的需要

2.3.1 固定污染源废气氨监测需求

（1）排放标准、相关重点工作的氨监测需求。近年来，我国环境空气质量持续改善， $\text{PM}_{2.5}$ 浓度显著降低，人民蓝天幸福感有效增强，但与世界卫生组织的空气质量标准（ $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）仍有差距。如上所述，人口密集的城市大气中，非农业氨排放，特别是工业氨排放对 $\text{PM}_{2.5}$ 的贡献明显。另一方面，在开展氨排放清单研究中，往往仅考虑合成氨、氮肥、炼油、焦炭等行业排放的氨气，而随着火电、钢铁等重点行业超低排放改造工程的深入推进，由于此类行业废气排放量大，脱硫脱硝过程产生的逃逸氨已不可忽视，部分企业氨排放浓度可达几百 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ^[16]。

在我国 1993 年发布的《恶臭污染物排放标准》（GB 14554-93）^[17]中就已对氨排放作出限制，规定了 15 m-60 m 不同排气筒高度下，氨的排放速率不超过（4.9~75）kg/h。除该标准外，我国现行的《制药工业大气污染物排放标准》（GB 37823-2019）^[18]《橡胶制品工业污染物排放标准》（GB 27632-2011）^[19]《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573-2015）^[20]《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）^[21]《石灰电石工业大气污染物排放标准》（GB 41618-2022）^[22]《农药制造工业大气污染物排放标准》（GB 39727-2020）^[23]《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（GB 16171.1-2024）^[24]《矿物棉工业大气污染物排放标准》（GB 41617-2022）^[25]《合成树脂工业污染物排放标准》（GB 31572-2015）^[26]《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453-2022）^[27]等大气污染物排放标准也对气态污染物

氨有组织排放浓度作出规定（见表3）。

（2）排放限值。我国现行的《制药工业大气污染物排放标准》（GB 37823-2019）^[18]《橡胶制品工业污染物排放标准》（GB 27632-2011）^[19]《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573-2015）^[20]《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）^[21]《石灰电石工业大气污染物排放标准》（GB 41618-2022）^[22]《农药制造工业大气污染物排放标准》（GB 39727-2020）^[23]《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（GB 16171.1-2024）^[24]《矿物棉工业大气污染物排放标准》（GB 41617-2022）^[25]《合成树脂工业污染物排放标准》（GB 31572-2015）^[26]《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453-2022）^[27]等大气污染物排放标准对氨气有组织排放浓度限值范围为 $8\text{ mg/m}^3\sim 30\text{ mg/m}^3$ （详见表3）。

除排放标准外，针对脱硝工程设计及运行方面产生的逃逸氨，我国还出台了一系列工程技术规范来控制氨逃逸浓度，如《火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法》（HJ 562-2010）^[28]、《火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性非催化还原法》（HJ563-2010）^[29]分别规定了火电厂烟气 SCR 和 SNCR 脱硝工程设计逃逸氨浓度宜小于 2.5 mg/m^3 、 8 mg/m^3 ；《火电厂污染防治可行技术指南》（HJ 2301-2017）^[30]及《工业锅炉污染防治可行技术指南》（HJ 1178-2021）^[31]，要求烟气 SCR 和 SNCR 脱硝工程逃逸氨控制要求分别为 2.5 mg/m^3 和 8 mg/m^3 ，SNCR-SCR 联合脱硝工艺氨逃逸控制要求为 3.8 mg/m^3 。《氨法烟气脱硫工程通用技术规范》（HJ 2001-2018）^[32]中明确氨法脱硫工程设计逃逸氨应低于 3 mg/m^3 。

（3）监测方法。对于有组织排放废气氨的测定，各项排放标准规定的主要是《空气质量 氨的测定 离子选择电极法》（GB/T 14669-93）^[38]《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》（HJ 533-2009）^[39]两种手工分析方法，仅《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（GB 16171.1-2024）中提出可选择《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》（HJ 1330-2023）^[40]，同时，排放标准中也提出了企业安装大气污染物排放自动监控设备的要求，按有关法律和《污染源自动监控管理办法》等规定执行。

2024 年 1 月，生态环境部发布《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》《关于推进实施焦化行业超低排放的意见》，两份文件中分别提出实施超低排放改造应在水泥窑及窑尾余热利用系统/焦炉烟囱（含热备烟囱）增加氨污染因子自动监测。

此外，部分省份已经推广废气氨自动监测，如 2022 年 7 月，河北省生态环境厅印发《关于印发非现场监管执法有关标准的通知》（冀环执法〔2022〕143 号），要求钢铁行业烧结、球团及发电；炼焦化学工业炼焦、发电；火电行业；生活垃圾焚烧发电行业；平板玻璃工业；水泥行业水泥窑尾；建筑陶瓷工业部分有组织排放口安装废气氨自动监测系统。2020 年 2 月，河南省生态环境厅印发《河南省 2020 年大气污染防治攻坚战实施方案》（豫环攻坚办〔2020〕7 号），明确提出“推进工业企业氨排放控制，完善氨逃逸监控，降低氨逃逸率；2020 年 10 月底前全省采用氨法脱硫脱硝的企业应在相应排放口加装氨气在线监控设施，并与环保部门联网”。

我国现行的氨监测分析方法主要为手工分析方法，由于便携式傅立叶变换红外光谱法监测仪价格相对昂贵，第三方监测机构仍普遍使用 HJ 533 标准进行废气氨的监测，废气氨手工分析方法的偏差和以季度、半年、年为最低频次的自行监测要求，可能影响废气氨排放管

理以及大气 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度管控。

排污单位开展自行监测，依法依规排放污染物，如实报告污染物排放情况，是必要履行的社会责任。在我国已发布氨有组织排放标准的行业自行监测技术指南中，对氨有组织排放的最低监测频次以季度、半年或年为单位。为准确掌握我国工业氨排放情况，有效推动工业氨减排，助力大气 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度进一步改善，在重点行业率先开展废气氨自动监测具有重要意义。

然而，我国尚未出台废气氨自动监测仪器技术要求相关标准，无法对监测仪器的性能进行评估与管控，市场上现有的废气氨自动监测系统往往依照企业标准进行生产，其组成、结构、功能各异，性能质量参差不齐，监测数据质量有待考量。尽快出台固定污染源废气氨自动监测仪器技术标准，不仅可以对仪器的组成结构、性能指标进行评价，还可以指导仪器厂商进行设计、生产，为科学、准确监测氨提供有保障的装备支持；同时，还可以填补我国相关仪器标准空白，为当前和今后一定时期内国家生态环境保护工作提供技术支持，助力健全现代化生态环境监测体系。

2.3.2 本标准的管理支撑情况

（1）本标准针对固定污染源废气氨自动监测系统提出技术要求，该系统监测的污染物为固定污染源有组织排放的气态污染物氨，与《制药工业大气污染物排放标准》（GB 37823-2019）^[18]《橡胶制品工业污染物排放标准》（GB 27632-2011）^[19]《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573-2015）^[20]《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）^[21]《石灰电石工业大气污染物排放标准》（GB 41618-2022）^[22]《农药制造工业大气污染物排放标准》（GB 39727-2020）^[23]《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（GB 16171.1-2024）^[24]《矿物棉工业大气污染物排放标准》（GB 41617-2022）^[25]《合成树脂工业污染物排放标准》（GB 31572-2015）^[26]《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453-2022）^[27]等大气污染物排放标准中提出有组织排放限制的氨为同一目标化合物。

（2）本标准规定固定污染源废气氨自动监测系统的氨检出限为 1 mg/m^3 ，即测定下限为 4 mg/m^3 ，低于排放标准中最低排放限值 8 mg/m^3 。

（3）本标准与排放标准的关联。仪器技术要求类标准不对自动监测原理进行限定，且自动监测原理与排放标准中规定的监测方法无直接关联。大气排放标准是管控目标，明确各行业气态污染物氨排放限值、合规判定规则，划定排污红线，是企业治污与监管执法的法定依据。自动监测系统技术要求标准规定仪器性能，保障监测数据准确，自动监测是监管企业依法依规排污的手段，自动监测数据可以作为企业超标排放的依据。可支撑实验室手工方法向现场快速监测发展。

（4）总结。

表 1 本标准的管理支撑情况分析汇总表

测定下限	相关排放标准、质量标准及限值		支撑管理情况
4 mg/m ³	排放标准	氨	可支撑水泥、炼焦化学等多行业排放标准的实施需求，支撑实验室手工方法向现场快速监测发展。
	制药工业大气污染物排放标准（GB 37823-2019）	30 mg/m ³ / 20 mg/m ³	
	橡胶制品工业污染物排放标准（GB 27632-2011）	10 mg/m ³	
	无机化学工业污染物排放标准（GB 31573-2015）	20 mg/m ³ / 10 mg/m ³	
	水泥工业大气污染物排放标准（GB 4915-2013）	10 mg/m ³ / 8 mg/m ³	
	石灰、电石工业大气污染物排放标准（GB 41618-2022）	8 mg/m ³	
	农药制造工业大气污染物排放标准（GB 39727-2020）	30 mg/m ³	
	炼焦化学工业大气污染物排放标准（GB 16171.1-2024）	20 mg/m ³ / 8 mg/m ³	
	矿物棉工业大气污染物排放标准（GB 41617-2022）	30 mg/m ³ / 8 mg/m ³	
	合成树脂工业污染物排放标准（GB 31572-2015）	30 mg/m ³ / 20 mg/m ³	
	玻璃工业大气污染物排放标准（GB 26453-2022）	8 mg/m ³	

2.3.3 国外氨排放控制基本情况

氨排放的管控和治理能够有效改善大气环境质量。欧美国家很早便注意到氨对空气的影响，并开展了氨排放控制和减排工作。1995 年美国环境保护署发布《Control and Pollution Prevention Options for Ammonia Emissions》（EPA-456/R-95-002），对化肥、焦炭、化石燃料燃烧、畜牧业、氨制冷剂等行业氨排放过程进行了分析并提出了一定的减排控制技术和举措。1999 年欧盟与北美签订了第一个氨减排国际公约——《哥德堡议定书》，规定到 2010 年公约签署国的氨排放量较 1990 年降低 20%。2016 年欧盟颁布了新的提案，制定了以 2005 年为基线的大气污染物减排目标，其中到 2020 年和 2030 年氨减排目标分别为 6%和 27%（与 2005 年相比）。2018 年英国环境食品和农村事务部发布《Draft Clean Air Strategy》，提出以 2005 年为基准，2020 年氨排放下降 8%，2023 年下降 16%的目标。

2.3.4 国内氨排放相关政策

2018 年 6 月，中共中央、国务院印发《关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》，提出“开展大气氨排放控制试点”。同月，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（国发〔2018〕22 号），提出了通过提高农业资源利用率，减少化肥农药使用量等措施减少氨排放的规划并强调开展氨排放与控制技术研究，推动 PM_{2.5}浓度和重污染天数明显减少。2021 年 11 月，中共中央、国务院印发《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，明确到 2025 年，京津冀及周边地区大型规模化养殖场氨排放总量比 2020 年下降 5%的减排计划。同年 12 月，生态环境部印发《“十四五”生态环境监测规划》，要求省会城市、

计划单列市、大气污染防治重点区域和其他 PM_{2.5} 超标城市开展颗粒物组分监测，选择性开展氨、气溶胶垂直分布监测；深化大气遥感监测业务化运行，充分运用大气环境监测卫星等新型卫星，开展氨遥感监测。此外，根据《2022 年国家生态环境监测方案》，京津冀及周边地区 7 个城市或地区（北京、天津、石家庄、雄安新区、太原、郑州、济南）已经开展环境空气氨气试点监测。

2.4 本标准在框架体系中的定位

表 2 本标准在标准体系的定位分析情况

维度	大类	细类	相关标准	结论
监测对象	污染源	废气	制药工业大气污染物排放标准(GB 37823-2019)	《空气质量 氨的测定 离子选择电极法》(GB/T 14669-93)《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 533-2009)《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》(HJ 1330-2023)。本标准可支撑实验室手工方法向现场快速监测发展。
			橡胶制品工业污染物排放标准(GB 27632-2011)	
			无机化学工业污染物排放标准(GB 31573-2015)	
			水泥工业大气污染物排放标准(GB 4915-2013)	
			石灰、电石工业大气污染物排放标准(GB 41618-2022)	
			农药制造工业大气污染物排放标准(GB 39727-2020)	
			炼焦化学工业大气污染物排放标准(GB 16171.1-2024)	
			矿物棉工业大气污染物排放标准(GB 41617-2022)	
			合成树脂工业污染物排放标准(GB 31572-2015)	
			玻璃工业大气污染物排放标准(GB 26453-2022)	
监测流程	运控	样品采集/保存	《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T 16157-1996)	系统现场参比方法采样位置、采样孔数量以及采样点设置与引用标准一致。
			《排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范》(HJ 1405-2024)	
			《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007)	
		处理与分析	《空气质量 氨的测定 离子选择电极法》(GB/T 14669-93)	手工方法可以作为参比方法用于与自动监测系统开展正确度测试，手工采样实验室分析方法可能产生采样过程的样品损失，且目前仅发布 HJ 1330-2023 一项便携式仪器分析方法标准，本标准引用 HJ 1330-2023。本标准可支撑实验室手工方法向现场快速监测发展。
			《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 533-2009)	
			《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》(HJ 1330-2023)	

结论：本标准可用于固定污染源废气氨的自动监测。

表 3 我国现行大气氨有组织排放标准

序号	标准名称	标准号	工艺/排污环节	浓度限值	备注
1	制药工业大气污染物排放标准 ^[18]	GB 37823-2019	化学药品原料药制造、兽用药品原料药制造、生物药品制品制造、医药中间体生产和药物研发机构工艺废气	30	特别排放限值
				20	
2	橡胶制品工业污染物排放标准 ^[19]	GB 27632-2011	乳胶制品企业浸渍、配料工艺装置	10	
3	无机化学工业污染物排放标准 ^[20]	GB 31573-2015	除重金属无机化合物工业、卤素及其化合物工业外	20	特别排放限值
				10	
4	水泥工业大气污染物排放标准 ^[21]	GB 4915-2013	水泥窑及窑尾余热利用系统	10	特别排放限值
				8	
5	石灰、电石工业大气污染物排放标准 ^[22]	GB 41618-2022	石灰制造石灰窑、电石制造干燥窑（烟气处理采用氨、尿素等含氨物质）	8	新建企业 2023 年 1 月 1 日起， 现有企业 2024 年 7 月 1 日起
6	农药制造工业大气污染物排放标准 ^[23]	GB 39727-2020	化学原药制造、农药中间体制造和农药研发机构工艺废气；废水处理设施废气	30	
7	炼焦化学工业大气污染物排放标准 ^[24]	GB 16171.1-2024	焦炉烟囱	8	特别排放限值
			推（出）焦；冷鼓、库区焦油各类贮槽（罐、池）及装载设施；脱硫再生装置；硫铵结晶干燥；生产污水处理设施	20	
8	矿物棉工业大气污染物排放标准 ^[25]	GB 41617-2022	玻璃熔窑（烟气处理采用氨、尿素等含氨物质）	8	新建企业 2023 年 1 月 1 日起， 现有企业 2024 年 7 月 1 日起
			集棉室、固化室（使用氨水作为粘结剂的添加剂）	30	
9	合成树脂工业污染物排放标准 ^[26]	GB 31572-2015	氨基树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺树脂合成	30	特别排放限值
				20	
10	玻璃工业大气污染物排放标准 ^[27]	GB 26453-2022	玻璃熔窑（烟气处理采用氨、尿素等含氨物质）	8	新建企业 2023 年 1 月 1 日起， 现有企业 2024 年 7 月 1 日起
11	恶臭污染物排放标准 ^[17]	GB 14554-93	排气筒 15 米～60 米	4.9 kg/h～ 75 kg/h	
12	关于推进实施水泥行业超低排放的意见	/	窑尾余热利用系统	参照 GB 4915-2013	增加氨污染因子自动监测
13	关于推进实施焦化行业超低排放的意见	/	焦炉烟囱（使用氨法脱硫、脱硝的设施）	8	增加氨污染因子自动监测

表 4 部分氨排放工程控制要求和部分行业氨自行监测技术指南

序号	标准名称	标准号	工程工艺	氨逃逸限值 mg/m³
1	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法 ^[28]	HJ 562-2010	SCR	2.5
2	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性非催化还原法 ^[29]	HJ 563-2010	SNCR	8
3	火电厂污染防治可行技术指南 ^[30]	HJ 2301-2017	SCR	2.5
			SNCR	8
			SNCR-SCR	3.8
4	工业锅炉污染防治可行技术指南 ^[31]	HJ 1178-2021	SCR	2.5
			SNCR	8
			SNCR-SCR	3.8
5	氨法烟气脱硫工程通用技术规范 ^[32]	HJ 2001-2018	氨法脱硫	3
序号	标准名称		标准号	监测频次
1	排污单位自行监测技术指南 中药、 生物药品制品、化学药品制剂制造业 ^[33]		HJ 1256-2022	半年
2	排污单位自行监测技术指南 钢铁工业及炼焦化学工业 ^[34]		HJ 878-2017	半年
3	排污单位自行监测技术指南 橡胶和塑料制品 ^[35]		HJ 1207-2021	季度、半年或年
4	排污单位自行监测技术指南 平板玻璃工业 ^[36]		HJ 988-2018	半年
5	排污单位自行监测技术指南 水泥工业 ^[37]		HJ 848-2017	季度或半年

表 5 国内外固定污染源废气氨自动监测系统相关仪器标准

指标名称	国际标准化组织 ISO 17179: 2016 ^[41]	欧洲标准化委员会 EN 15267-3:2008 ^[42]	日本产业标准 JIS B7993-2019 ^[43]	河南省地标 DB/T 2199-2021 ^[44]	中环协认证技术规范 RJGF 005-2021 ^[45]
干扰物质影响	≤4.0% F.S.	≤4.0% F.S.	≤2.0% F.S.	/	±2.0% F.S.
响应时间	≤400 s	≤400 s	/	≤200 s	≤120 s
示值误差（线性）	±2.0% F.S.	≤2.0% F.S.	≤3.0% F.S.	满量程≥30 μmol/mol 时，±5.0%标称值 满量程<30 μmol/mol 时，±2.5% F.S.	±2.0% F.S.
24 h 零点和量程漂移	±2.0% F.S.	/	≤3.0% F.S.	±2.5% F.S.	±2.0% F.S.
环境温度变化的影响	±3.0% F.S.	≤5.0% F.S.		/	±5.0% F.S.
样气压力变化的影响	±3.0% F.S.	≤2.0% F.S.	/	/	/
进样流量变化的影响	/	≤2.0% F.S.	/	/	/
电压变化的影响	±2.0% F.S.	≤2.0% F.S.	≤2.0% F.S.	/	/
光路偏离的影响	≤2.0% F.S.	≤2.0% F.S.	/	/	/
NO ₂ /NO 转换效率	≥95%	/	/	/	/
NH ₃ /NO 转换效率	≥90%	/	/	/	/
NH ₃ /N ₂ 转换效率	≥95%	/	/	/	/
重复性	≤2.0% F.S.	≤2.0% F.S.	≤3.0% F.S.	/	≤2.0%
长期漂移	±3.0% F.S.	≤3.0% F.S.	/	/	/
平行性	/	≤3.3% F.S.	/	/	/
采样损失和泄漏	≤2.0%	/	/	/	/
振动影响	/	≤2.0% F.S.	/	/	±2.0% F.S.
准确度	/	/	/	<10 μmol/mol 时，绝对误差±3 μmol/mol; ≥10 μmol/mol ~ <50 μmol/mol 时，相对误差±30%; ≥50 μmol/mol 时，相对准确度≤15%	/

3 固定污染源废气氨自动监测技术及国内外相关仪器标准研究

3.1 固定污染源废气氨自动监测技术

目前,国内外主流废气氨自动监测技术,主要包括:傅立叶变换红外光谱法(Fourier Transformation Infrared, FTIR)、气体滤波相关红外法(Non-Dispersive Infrared Spectroscopy with Gas Filter Correlation, GFC)、紫外差分吸收光谱法(Differential Optical Absorption Spectroscopy, DOAS)、可调谐激光吸收光谱法(Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy, TDLAS)、化学发光法(Chemiluminescence, CL)、光腔衰荡法(Cavity Ring Down Spectroscopy, CRDS)、离轴积分腔输出光谱法(Off Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy, OA-ICOS)、光声光谱法(Photo Acoustic Spectroscopy, PAS)等,具体分析技术原理如下:

1) 傅立叶变换红外光谱法:利用迈克尔逊的光干涉原理,得到干涉光。干涉光在分束器会合后通过样品池,通过样品后含有样品信息的干涉光到达检测器,然后通过傅立叶变换对信号进行处理,最终得到透过率或吸光度随波数或波长的红外吸收光谱图,并与氨标准图谱相比较,对氨进行定量和定性分析。

2) 气体滤波相关红外法:基于非分散红外技术,利用氨在红外的吸收特性进行测量,分析仪内配置一旋转轮,旋转轮上加装滤光性能相关的测量滤镜和参考滤镜,红外光交替通过测量滤镜和参考滤镜进入测量气室再被检测器接收。红外光经过参考滤镜时,吸收达到饱和,氨气的红外光谱几乎完全吸收,通过比较氨气测量滤镜和参考滤镜位置的光吸收强度,根据朗伯—比尔定律可以定量计算出氨气浓度。也可通过加装封装高浓度氨标气的方式代替参考滤镜。

3) 紫外差分吸收光谱法:紫外差分吸收光谱技术,其光学平台由光源、气体室、光纤和光谱仪等光学组件构成。光源发出的紫外光经光学视窗进入气体室,被流经气体室的被测样气所吸收,携带被测样气吸收信息的光经透镜汇聚后耦合入光纤,经光纤传输送入光谱仪进行分光、光电转换,得到气体的吸收光谱并计算出吸光度。吸光度由随波长快变化(特征气体吸收)和随波长慢变化(粒子散射等因素消光和特征气体吸收)两部分组成,吸收中随波长快变化的部分只与特征气体吸收有关,通过差分吸收算法,计算出气体中相关组分的浓度。氨在紫外 190nm-220nm 有很强的特征吸收,紫外差分吸收光谱技术可用于对氨进行定量和定性分析。

4) 可调谐激光吸收光谱法:可调谐半导体激光器发射出特征波长的激光在穿过被测气体时被选频吸收,导致激光强度产生衰减。氨对可调谐半导体激光器发出的特征波长激光具有选择性吸收,根据朗伯—比尔定律通过检测激光强度衰减信息获得待测气体的浓度。

5) 化学发光法:化学发光法测量氨是基于一氧化氮连续自动监测仪的监测原理,一氧化氮监测仪的监测原理是,一氧化氮被氧化后转换为激发态的二氧化氮(NO_2^*),激发态的二氧化氮分子跃迁回基态时会发光,光信号强度与一氧化氮浓度呈线性关系,通过测量光信号强度,可以计算得到一氧化氮浓度。使用化学发光法测量废气氨浓度,需要将氨气转换。一般而言,转换方式有两种,一种是氨与氮氧化物及氧气发生反应,生成氮气,反应中消耗了废气中的氮氧化物,类似于 SCR 或 SNCR 脱硝原理,即 $\text{NO} + \text{NH}_3 + 1/4\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 3/2\text{H}_2\text{O}$;另一种是氨与废气中的氧发生反应,将氨转换为氮氧化物,使氮氧化物浓度增加,即

$\text{NH}_3 + 5/4\text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + 3/2\text{H}_2\text{O}$ 。化学发光法一般设置双测量通道，一条装有催化剂将氨进行转换，另一条不加装催化剂，直接测量一氧化氮，通过两通道测量结果的不同，计算一氧化氮减少或增加的值得到废气中氨的浓度。但氨转换过程中可能出现废气中二氧化氮参与氨转换反应或氨被进一步转换成二氧化氮的情况，因此使用化学发光法测量时，还需配置二氧化氮转换器。此外，氨催化转换为其他物质间接测量的方式并非局限于与化学发光法搭配，也可搭配非分散紫外法（NDUV）对氨进行测量。

6）光腔衰荡法：光腔衰荡法是基于密闭腔内激光强度的衰减和时间的关系完成氨的定量。一台典型的光腔衰荡光谱装置包含激光光源和构成谐振腔的高反射率反射镜。当激光和谐振腔的模式共振时，腔内光强会因相长干涉迅速增强。迅速切断激光，从腔中逸出光强呈指数衰减。在衰减中，光在反射镜间被来回反射了成千上万次，由此带来了几到几十公里的有效吸收光程。吸光物质被放置在谐振腔内时，腔内光子的平均寿命会因被吸收而减少，通过测量光强衰减为之前强度的 $1/e$ 所需要的时间，即“衰荡时间”，可以计算腔内吸光物质的浓度。

7）离轴积分腔输出光谱法：离轴积分腔输出光谱法类似于光腔衰荡法，但该技术方法是直接通过测量腔的透射光强信号来分析计算腔内介质的吸收光谱，即以氨的吸收强度来完成定量。

8）光声光谱法：光声池内的气体分子吸收入射光能被激发到高能态，通过自发辐射跃迁与无辐射跃迁回到低能态。在后一个过程中，能量转化为气体分子的平动和转动动能，导致气体温度升高。在气体体积一定的条件下，温度升高，气体压力会增大。如果对入射光进行调制，光声池内的气体温度便会呈现与调制频率相同的变化，进而导致压强的变化，当调制频率在声频范围内时，便产生光声信号，实现气体的测量。

上述废气氨自动监测方法中，傅立叶变换红外光谱法、气体滤波相关红外法、紫外差分吸收光谱法、可调谐激光吸收光谱法、化学发光法在国际及国外的废气氨（ NH_3 ）自动监测系统标准中都有相关记录。光腔衰荡法、离轴积分腔输出光谱法、光声光谱法等测量精度高，往往用于环境空气中氨的测定，并且此类设备成本较高，运行维护操作较为复杂，难以在固定污染源得到大范围应用。

3.2 废气氨自动监测系统市场调研

标准编制组对国内废气氨自动监测系统进行了市场调研，主要了解测量原理、测量方式等，具体调研信息详见表 6。

通过调研了解到：

- （1）国内市场废气氨自动监测系统包含国产和进口仪表；
- （2）国内市场废气氨自动监测系统测量原理主要为可调谐激光光谱法、气体滤波相关红外法、傅立叶变换红外光谱法、紫外差分吸收光谱法、化学发光法等；
- （3）国内市场废气氨自动监测系统测量方式包括直接抽取热湿方式、稀释抽取催化转换方式、直接抽取催化转换方式以及直接测量方式；

综上，我国市场上废气氨自动监测系统包含国产和进口仪表，且国产仪表型号数量相对可观。系统的测量原理与调研了解的适用于污染源监测的废气氨监测技术原理一致。测量方式以直接抽取热湿方式为主，也包含部分稀释/直接抽取催化转换测量方式和直接测量方式。

表 6 国内部分废气氨自动监测系统调研信息

序号	单位	型号	测量原理	测量方式
1	北京雪迪龙科技股份有限公司	SCS-900S	DOAS	直接抽取热湿
2	北京雪迪龙科技股份有限公司	SCS-900FT	FTIR	直接抽取热湿
3	北京雪迪龙科技股份有限公司	SCS-900X	CL	稀释抽取催化转换
4	杭州泽天春来科技股份有限公司	LGT-450	TDLAS	直接抽取热湿
5	杭州泽天春来科技股份有限公司	EM-460	TDLAS	直接抽取热湿
6	安徽皖仪科技股份有限公司	LG8000	TDLAS	直接抽取热湿
7	西克麦哈克（北京）有限公司	MCS200HW	GFC	直接抽取热湿
8	西克麦哈克（北京）有限公司	GM 700	TDLAS	直接测量
9	中绿环保科技有限公司	SGEP-300NH3	TDLAS	直接抽取测量
10	ABB（中国）有限公司	MBGAS-3000	FTIR	直接抽取热湿
11	北京新叶科技有限公司	XYKJ-1000	TDLAS	直接抽取热湿
12	武汉至盛环保科技有限公司	ZS8100-NH3	TDLAS	直接抽取热湿
13	安荣信科技（北京）股份有限公司	ARX-MB22	TDLAS	直接抽取热湿
14	上海北分科技股份有限公司	SBF1200	DOAS	直接抽取热湿
15	上海北分科技股份有限公司	SBF1500	GFC	直接抽取热湿
16	聚光科技（杭州）股份有限公司	LGA-5500	TDLAS	直接抽取热湿
17	赛默飞世尔科技（中国）有限公司	Model 200-N	CL	稀释抽取催化转换
18	堀场（中国）贸易有限公司	ENDA-C2430ZG	CL	直接抽取催化转换
19	堀场（中国）贸易有限公司	IM-3000EDL	CL	稀释抽取催化转换
20	中绿环保科技有限公司	SGEP-300NH3	TDLAS	直接抽取热湿

3.3 国外固定污染源废气氨自动监测系统相关标准

为进一步了解国际方面对于固定污染源废气氨自动监测系统技术要求、性能技术指标等规定，标准编制组详细调研了国际标准化组织、欧洲、美国、日本等国际组织或发达国家现行的相关仪器标准，形成有关调研结果如下：

美国联邦法典 40 号第 60 部分新固定污染源性能标准（40 CFR PART 60 Standards of performance for new stationary sources）及第 75 部分排放连续监测（40 CFR PART 60 Continuous emission monitoring）中详细提出了对于颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、氯化氢等多种固定污染源废气自动监测系统的性能要求，但未明确废气氨自动监测系统规定。

欧洲标准化委员会（CEN）和欧洲电气标准化委员会（CENELEC）发布的《Air quality — Certification of automated measuring systems — Part 3: Performance criteria and test procedures for automated measuring systems for monitoring emissions from stationary sources》（EN 15267-3:2008）^[42]对固定污染源废气氨自动监测系统的检测分为实验室和现场两部分。

实验室检测中主要考察系统的响应时间、重复性、线性误差，环境温度变化、样气压力变化、流量变化、电压变化、振动、干扰成分以及光束偏移（直接测量方式）的影响。现场检测中主要考察系统响应时间、长期漂移、线性误差、平行性等。

国际标准化组织针对固定污染源废气氨自动监测系统出台的标准为《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）^[41]，主要技术指标包括：响应时间、重复性、线性、24 h 零点和量程漂移、长期漂移，样气压力变化、环境温度变化、电压变化、干扰成分的影响以及采样损失、光束偏移（原位测量方式）等。

日本产业标准《Automated measuring systems for flue gas using non-extractive methods》（JIS B7993）^[43]中提出了响应时间、24 h 零点和量程漂移、重复性、示值误差、干扰成分、电压变化影响等性能指标。该标准仅适用于直接测量方式的废气氨自动监测系统。

3.4 国内固定污染源废气氨自动监测系统相关标准

目前，国内暂未发布关于固定污染源废气氨自动监测系统的国家或行业标准。中环协（北京）认证中心为规范废气氨在线监测系统认证工作，发布了《固定污染源氨气在线监测仪》（RJGF 005-2021）^[45]技术规范，针对氨分析仪提出了响应时间、重复性、示值误差、24 h 零点和量程漂移、环境温度变化影响、干扰成分影响、振动影响等技术指标要求及检测方法。

此外，由于《固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ 75-2017）^[46]中未明确提出废气氨自动监测系统调试验收技术规定，为规范废气氨排放自动监控设施建设，河南省制定了地标《固定污染源废气氨排放连续监测技术规范》（DB41/T 2199-2021）^[44]。该标准提出了 24 h 零点和量程漂移、示值误差、系统响应时间和准确度等氨监测单元的验收技术指标。其中，在确定氨准确度指标要求时，采用 62 套排污单位现有安装的氨自动监测系统开展比对测试，由于整体试验数据中氨排放浓度较低，又开展了手工与自动监测设施同测一瓶标准气体的试验，最终确定了氨监测单元准确度指标技术要求。

3.5 本标准与国内外相关标准的关系

表 7 本标准与国内外相关标准的关系

国外	国内	本标准优势
有关固定污染源废气氨自动监测系统的相关技术标准规范： 国际标准化组织 ISO 17179 欧盟 EN 15267-3 日本 JIS B7993	《固定污染源烟气（SO ₂ 、NO _x 、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ 75-2017）、《固定污染源烟气（SO ₂ 、NO _x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）、《固定污染源废气氨排放连续监测技术规范》（DB41/T 2199-2021）	1. 普遍适用于国内国际主流测量原理的废气氨自动监测系统； 2. 根据数据应用需求，参考比较了欧盟相关标准，在我国现有废气自动监测仪器标准的基础上，研究提出废气氨准确度指标及技术要求；结合验证过程发现的部分伴热管线释放影响氨测量物质问题，提出样品采集传输和预处理过程的影响性能指标检测方法和技术要求； 3. 结合环境管理对加强防范人为干扰能力的需求，提出了日志记录、软件升级数据信息备份、重要测量参数采集、稀释测量方式系统功能要求、防范恶意校准调整等一系列数据保真规定； 4. 紧密衔接现有监测标准体系，充分保证与环境管理的顺延性、一致性。

4 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 标准制订的基本原则

本次标准制订以科学性、先进性和可操作性为原则,按照《生态环境标准管理办法》(生态环境部令(2020)第17号)的有关规定,将标准管理技术化和规范化,在我国现有标准、规范的基础上,编制本标准。标准制订的基本原则如下:

主要功能、指标体现现有技术水平的科学性、先进性,满足相关生态环境标准和生态环境管理工作的要求。

检测方法科学、具有可操作性和普遍适用性,易于推广。

为开展固定污染源废气氨自动监测系统选型提供技术支撑。

引导仪器生产厂商对仪器性能和功能提升与改进。

4.2 标准制定的主要技术内容和依据

标准的资料性概述要素、规范性一般要素、规范性技术要素等技术内容的编排、陈述形式、引导语等遵循《国家环境保护标准编制出版技术指南》(HJ 565-2010)^[47]中的有关规定,本标准内容重点参考《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》(HJ 76-2017)^[48],具体的技术要素与依据如下:

1) 适用范围

在查阅国内外废气氨自动监测系统的技术资料,调查固定污染源废气自动监测设备应用情况,结合生态环境部门管理需求,研究比较国内外固定污染源废气氨自动监测系统相关标准的基础上,确定的适用范围。本标准规定了固定污染源废气氨自动监测系统的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法,适用于固定污染源废气氨自动监测系统的设计、生产和检测。

2) 系统的组成和结构

目前,固定污染源废气氨自动监测技术主要包括傅立叶变换红外光谱法、气体滤波相关红外法、可调谐激光光谱法、紫外差分吸收光谱法、化学发光法等。各种技术原理具有不同的技术特点和应用特性,本着促进监测技术进步,引领技术创新,提高标准适用性的原则,本标准中规定的固定污染源废气氨自动监测系统组成和结构涵盖上述国际主流自动监测技术原理的监测系统。

3) 技术要求

主要在外观要求、工作条件要求、安全要求和功能要求4个方面进行规范,重点参考了《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》(HJ 76-2017)^[48]。由于大部分废气氨自动监测技术的测量方式为“热湿”(即不除湿)方式,仅部分自动监测技术(如化学发光法)因将氨催化转换为氮氧化物间接测量可以在样气催化转换后进入分析仪前增加除湿装置,因此标准中对除湿装置的使用条件进行了限制。此外,围绕管理需求和废气自动监测系统的应用现状,还进一步明确了稀释抽取测量方式废气氨自动监测系统音速小孔后端绝对气压(或真空度)、稀释气流量监控等功能要求。

4) 性能指标与检测方法

性能指标与检测方法的规定主要参考《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》(HJ 76-2017)^[48]。同时参考国外标准如美国环保署(EPA)发布的《Performance specification 2—Specifications and test procedures for SO₂ and NO_x continuous emission monitoring systems in stationary sources》(40 CFR PART 60 Continuous emission monitoring)^[49]及国际标准化组织发布的《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》(ISO 17179:2016)^[41]相关规定。通过对多个型号产品开展验证测试,检验方法的可操作性,综合标准验证测试结果,制定各性能指标要求。

4.3 标准制定的技术路线

1) 确定开展固定污染源废气氨自动监测仪器标准研究的可行性

编制组首先梳理了固定污染源废气氨排放标准、主要监测方法标准,分析了我国固定污染源废气氨监测管理现状和需求。调研了国内外固定污染源废气氨自动监测分析方法,对各自动监测分析方法的适用性进行研究。随后,开展国内外废气氨自动监测系统相关标准调研并对各仪器标准在组成结构、技术要求、主要性能指标及检测方法等方面的规定进行总结。最后,调查了解国内外仪器设备生产商废气氨自动监测系统技术状况,确定开展固定污染源废气氨自动监测仪器标准研究的可行性。

2) 征集验证测试仪器,开展仪器选型

编制组在前期研究和设备市场调研的基础上,开展了验证测试仪器征集工作,并完成仪器选型。在仪器选型中重点考虑有一定仪器设备研发基础、有较高仪器技术水平、在国内具有较高市场占有率的设备,统筹考虑各主流监测技术。同时,为引导国内废气氨自动监测仪器技术进步、制定符合我国环境管理实际和环境监测仪器技术实际的标准,重点筛选并纳入了一定国产设备。

3) 筛选验证测试地点,制定验证测试方案

根据调研结果,确定水泥、焦化等亟需开展废气氨自动监测工作的行业,积极协调目标行业验证测试场地。组织开展现场踏勘和仪器安装,结合现场氨气排放实际及国内外仪器标准,制定各场地验证测试方案。

4) 组织开展验证测试

编制组分别在水泥、焦化、烧结排放口组织开展10个型号废气氨自动监测系统验证测试工作。

5) 梳理验证测试结果

梳理验证测试数据,根据验证结果编写验证报告、完善标准文本及编制说明。

具体标准制定技术路线见图1。

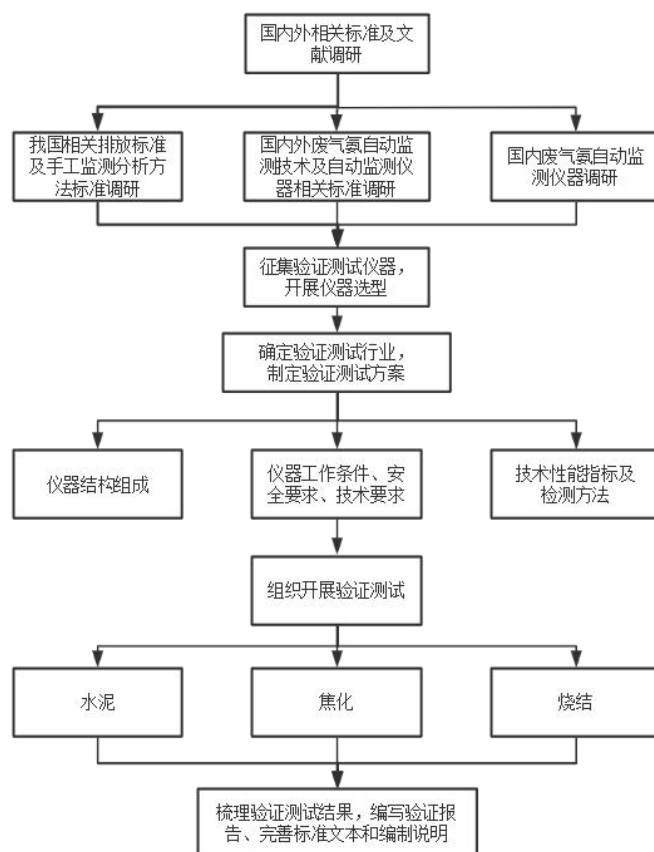


图1 标准制订的技术路线图

5 标准主要技术内容

5.1 标准主要内容

本标准主要包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、系统的组成和结构、技术要求、性能指标、检测方法与要求、质量保证、检测项目及附录等。经文献、标准和市场调研，固定污染源废气氨自动监测系统的组成结构、测量原理等与烟气排放连续监测系统（CEMS）较为相似，废气氨自动监测系统可以视为烟气排放连续监测系统的一种类型，本标准主要内容参考《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》（HJ 76-2017）^[48]编写。

（1）适用范围：规定了固定污染源废气氨自动监测系统的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法，适用于固定污染源废气氨自动监测系统的设计、生产和检测。

（2）规范性引用文件：明确了编制本标准所依据的标准规范。

（3）术语和定义：明确了本标准中的术语和定义。

（4）系统结构和组成：明确了固定污染源废气氨自动监测系统的结构和组成。

（5）技术要求：明确了固定污染源废气氨自动监测系统的外观要求、工作条件、安全要求、外观要求、功能要求等。

（6）性能指标：规定了固定污染源废气氨自动监测系统性能指标及指标技术要求。

(7) 检测方法与要求：规定了固定污染源废气氨自动监测系统的检测要求、检测条件及各性能指标的具体检测方法和检测结果计算方法。

(8) 质量保证：明确了固定污染源废气氨自动监测系统的安装质量保证、检测质量保证及运行期质量保证。

(9) 检测项目：详细列举了废气氨自动监测系统的检测项目和指标技术要求。

(10) 附录：包括A、B、C共3个附录，附录A为规范性附录，规定了固定污染源废气氨自动监测日报表、月报表和年报表；附录B为规范性附录，规定了固定污染源废气氨自动监测系统数据采集记录和处理要求；附录C为资料性附录，列举了固定污染源废气氨自动监测系统各性能指标检测原始记录表。

5.2 标准主要内容说明

5.2.1 适用范围

本标准规定了固定污染源废气氨自动监测系统的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法。本标准适用于固定污染源废气氨自动监测系统（以下简称“系统”）的设计、生产和检测。

5.2.2 规范性引用文件

本标准引用文件为《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T 16157）、《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》（HJ 76）、《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》（HJ 212）、《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》（HJ 1330）、《排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范》（HJ 1405）、《固定污染源废气氨自动监测技术规范》。

5.2.3 术语和定义

本标准规定了校准、调整、系统响应时间、氨气转换效率、标准状态共 5 个术语和定义。

5.2.3.1 校准

在规定条件下测定标准物质/标准样品，确定标准物质/标准样品提供的量值与相应示值之间的关系。

参照《固定污染源废气一氧化碳和氯化氢自动监测技术规范》（HJ 1403-2024），明确校准的定义，与 HJ 76-2017 标准中所规定校准有所区分。

5.2.3.2 调整

为使仪器提供相应于给定被测量值的指定示值，对仪器进行的操作。

参照《固定污染源废气一氧化碳和氯化氢自动监测技术规范》（HJ 1403-2024），明确调整的定义，在 HJ 76-2017 标准中称作校准。

5.2.3.3 系统响应时间

从系统机柜的校准管线通入标准气体起，经废气样品采集传输测定相同路径，到分析仪示值达到标准气体标称值的 90%止，中间的时间间隔。

参照《固定污染源废气一氧化碳和氯化氢自动监测技术规范》（HJ 1403-2024）中对系统响应时间的定义为“从固定污染源废气自动监测站房的校准管线通入标准气体起到分析仪示值达到标准气体标称值的 90%止中间的时间间隔”，考虑到部分废气二氧化碳自动监测系统安装在采样平台处而非监测站房内，本标准在该定义基础上作出修改。

5.2.3.4 氨气转换效率

国际标准化组织发布的《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179: 2016）^[41]中对氨气催化转换方式进行了规定，固定污染源废气氨排放浓度可以通过将氨气转换为氮气或一氧化氮的方式间接测量，参考《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》（HJ 76-2017）^[48]中“二氧化氮转换效率”的定义，将“氨气转换效率”定义为：“NH₃转换为 NO 或 N₂的效率”。

5.2.3.5 标准状态

温度为 273 K，压力为 101.325 kPa 时的状态。本标准中的氨气质量浓度均为标准状态下的干基浓度。参考《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》（HJ 76-2017），作出修改。

5.2.4 系统的组成和结构

根据仪器和文献调研，目前废气氨的主要监测技术原理为傅立叶变换红外光谱法、气体滤波相关红外法、可调谐激光光谱法、紫外差分吸收光谱法、化学发光法等，与废气二氧化硫、氮氧化物自动监测分析原理基本一致，其系统组成也与常规废气自动监测系统类似。参照《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》（HJ 76-2017）^[48]，规定系统由氨监测单元、废气参数监测单元、数据采集与处理单元组成。系统测量废气中氨气浓度、废气参数（温度、压力、流速或流量、湿度、含氧量等），同时计算氨气排放速率和排放量，显示（可支持打印）和记录各种数据和参数，并通过报表、图文等方式传输至固定源排放监控管理系统和污染治理设施运行监控系统。

规定系统结构主要包括样品采集和传输装置、预处理设备、分析仪器、数据采集和传输设备以及其他辅助设备等。依据测量方式和原理的不同，系统由上述全部或部分结构组成。参考《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179: 2016）^[41]中系统结构规定，在《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》（HJ 76-2017）^[48]相关规定基础上进一步完善，具体如下。

规定样品采集和传输装置主要包括采样探杆、采样探头、样品传输管线、流量控制设备和采样泵等；采样装置的材质和安装应不影响仪器测量。一般采用抽取测量方式的系统均具备样品采集和传输装置，与《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》（HJ 76-2017）^[48]一致。

规定预处理设备主要包括样品过滤设备等,预处理设备的材料和安装应不影响测量。部分直接测量方式的系统,当安装点位颗粒物浓度较高时也可以配置样品过滤设备,因此本标准中删除了 HJ 76-2017 中“部分采用抽取测量方式的系统具备预处理设备”的规定。氨气极易溶于水,傅立叶变换红外法、气体滤波相关红外法、紫外差分吸收光谱法、可调谐激光光谱法等原理的系统一般均采用的是“热湿”(即样气进入分析仪前不进行除湿处理)测量方式,系统不会在样气进入分析仪前的气路中配置除湿设备,因此在本标准中删除了 HJ 76-2017 预处理设备包括除湿设备的规定。同时,考虑到部分采用直接抽取、氨气催化转换测量方式的系统在样气催化转换后、进入分析仪前可经过除湿处理,因此,本标准中对预处理设备的结构规定增加了“部分采用抽取催化测量方式的系统,在催化转换后可具备除湿装置”。

规定分析仪器用于对采集的污染源气体样品进行测量分析,与《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》(HJ 76-2017)^[48]一致。

规定数据采集和传输设备用于采集、处理和存储监测数据,并能按中心计算机指令传输监测数据和设备工作状态信息,与《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》(HJ 76-2017)^[48]一致。

规定采用抽取测量方式的系统,其辅助设备主要包括尾气排放装置、反吹净化及其控制装置、稀释零空气预处理装置及冷凝液排放装置等;采用直接测量方式的系统,其辅助设备主要包括气幕保护装置和标气流动等效校准装置等,与《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》(HJ 76-2017)^[48]一致。

上述在《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》(HJ 76-2017)^[48]基础上进行修改完善的内容均符合仪器设备实际。

5.2.5 技术要求

5.2.5.1 外观要求

参考《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》(HJ 76-2017)^[48]中 5.1 对 CEMS 的外观要求,增加了铭牌信息中应包含量程的要求,市场主流自动监测系统铭牌均注明了量程。

5.2.5.2 工作条件

参考《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》(HJ 76-2017)^[48]中 5.2 对 CEMS 工作条件的要求,包括温度、湿度、电压、大气压等方面的规定。将“CEMS 在以下条件中应能正常工作”改为“系统宜在以下条件中工作”,且室内环境温度范围由(15~35)℃改为(15~30)℃。考虑到对于监测设备、精密仪器等,35℃已接近其上限温度,而温度越高,漂移越大、测量越不准,35℃往往已进入精度降级区。另外对于现场运维人员而言,30℃以上已超过人体体感舒适温度,不利于运维人员站房内长时间开展工作。考虑到人员和自动监测仪器更加舒适、安全、稳定的工作环境温度,本标准将室内环境温度范围由(15~35)℃修改为(15~30)℃。

5.2.5.3 安全要求

参考《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》（HJ 76-2017）^[48]中 5.3 对 CEMS 安全要求作出的规定，包括绝缘电阻、绝缘强度、漏电保护等要求。其中，绝缘电阻和绝缘强度环境温度上限由 35℃调整为 30℃，与工作条件保持一致；5.3.3 在《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》（HJ 76-2017）中无标题，本标准中新增标题“漏电保护”，技术内容未变化。

5.2.5.4 功能要求

5.2.5.4.1 样品采集和传输装置要求

主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]对样品采集和传输装置的功能要求作出规定。

本标准规定样品采集装置和伴热管线的加热温度一般应在 180℃以上，且应高于废气露点温度 10℃以上，主要考虑氨气可以与三氧化硫、氮氧化物、二氧化硫等发生酸碱中和反应形成铵盐结晶，结晶附着于自动监测系统内部导致采样损失并影响系统使用寿命。酸碱中和反应一般为放热反应，提高样品采集和传输装置的加热温度将能够抑制上述化学反应的发生。伴热管线的内部管路材质常见为 PTFE（聚四氟乙烯）、PFA（含少量全氟丙基全氟乙烯基醚与聚四氟乙烯聚合物）以及不锈钢，特别是伴热管线较长时往往采用 PTFE、PFA 材质，此类材料的最高使用温度一般不超过 200℃。虽然随着技术的发展，部分 PTFE、PFA 产品的最高使用温度已经突破 200℃，但考虑此类材质在高温下长期使用可能导致寿命减少以及高温加热的能耗问题，本标准中规定样品采集装置和伴热管线的加热温度在 180℃以上，与《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）^[41]中相关规定一致。

《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》（HJ 76-2017）^[48]中规定了样品采集和传输装置、预处理设备的材质和安装应不影响待测污染物的测量，但未明确不影响待测污染物测量的评价基准，本标准在 5.4.1.6 条目中提出“样品采集传输和预处理过程对氨气测量的影响应符合 6.1.6 的要求”相关规定，为评价样品采集和传输装置、预处理设备的安装和材质应不影响氨气的正常测量相关规定提供依据，详见“样品采集传输和预处理过程的影响”性能指标检测方法说明。

与《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》（HJ 76-2017）^[48]相比，本标准中新增加了“5.4.1.7 稀释抽取测量方式的系统应具备稀释抽取采样装置音速小孔出口端（文丘里管喉部）绝对气压（或真空度）的监控功能，绝对气压应≤40 kPa（或真空度≥60 kPa），实际测量绝对气压（或真空度）应能够在系统软件中显示记录和查询”的规定，主要依据稀释抽取测量方式的实际测量原理：当音速小孔两端存在一定压差时，气体通过小孔的流速随着压差增大而增大，而当小孔两端压差满足临界条件时，气体通过限流孔的流速仅取决于气体分子流经小孔时的振动速度，流过小孔的气体流量将保持不变，与小孔两端的压差变化无关。在理想状态下，把废气近似为空气，则该临界压力比为 0.5283。本标准规定了系统应能在大气压为（80~106）kPa 的环境条件下工作，此时音速小孔下游绝对压力临界值约 42 kPa，考虑到烟道负压、压力传感器测量误差等因素，本标

准中将绝对气压（或真空度）的临界值规定为 40 kPa（或 60 kPa）。而当绝对气压或真空度不满足上述条件时，则稀释比发生变化，自动监测数据失真。进一步明确该功能要求，可以直接对系统运行状态作出判断并可为系统故障时排除部分干扰。

与《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》（HJ 76-2017）^[48]相比，本标准中新增加了“5.4.1.8 稀释抽取测量方式的系统应具备稀释零空气流量（或气压）监控功能，稀释零空气的流量（气压）应保持稳定，波动范围不超过设定值的±3%。稀释零空气采用流量控制方式的系统，稀释零空气设定流量和实测流量应能够在系统软件中显示记录和查询。稀释零空气采用压力控制方式的系统，稀释零空气设定气压、设定流量（换算后）、实测气压和实际流量（换算后）应能够在系统软件中显示记录和查询”的规定，主要考虑稀释抽取测量方式的实际测量原理，稀释抽取式系统实际测量的是稀释后样气中氨气的浓度，再根据稀释比计算得到废气中氨气的实际浓度。稀释抽取式系统在正常运行状态下，稀释零空气流量正常波动范围较小，对测量结果影响有限，而如果设备在固定稀释比下完成全系统标定后，人为提高稀释零空气流量，将导致测量结果偏低，因此稀释抽取式系统有必要增加稀释零空气流量监控功能，防范人为干扰。而稀释零空气流量的监控可以通过流量计直接测量或通过测量稀释零空气气压换算得到，本标准中对两种稀释零空气流量监控方式均作出了规定。

本标准中规定“5.4.1.6 样品传输管线应使用不吸附、不与氨气发生反应的材料，且不影响氨气的正常测量，其技术指标应符合 HJ 76 标准相关要求”，主要是引用了《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》（HJ 76-2017）^[48]中关于样品传输管线外观、加热温度均匀性、保温性能、气密性的要求。本标准规定的其他关于样品采集和传输装置的功能要求，主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]中 5.4.1 作出规定。

5.2.5.4.2 预处理设备要求

主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]对预处理设备的要求，并在其基础上进一步完善，具体修改完善内容如下。

目前常见的除湿设备包括机械制冷除湿、电子制冷（如帕尔贴半导体）除湿、纳分除湿，前两者属于冷凝除湿，除湿过程会产生冷凝水；纳分除湿将气态水从废气中脱除，除湿过程不产生冷凝液。在上文的调研中已了解到氨气会对纳分管产生不可逆损坏，不适用于氨气含量高的废气除湿处理。但对于废气氨自动监测系统而言，目前仅直接抽取、催化转换测量方式的系统可以在样气经过催化转换后、进入分析仪前进行除湿处理，当氨气催化转换效率高时，进入除湿设备的样气中氨气含量已经较低，再经过氨涤除器处理后，不排除可以直接使用纳分管除湿的可能性。本标准中根据除湿方式的不同，将 HJ 76-2017 “5.4.2.2 CEMS 除湿设备的设置温度应保持在 4℃左右（设备出口烟气露点温度应≤4℃），正常波动在±2℃以内” “5.4.2.4 除湿设备除湿过程产生的冷凝液应采用自动方式通过冷凝液收集和排放装置及时、顺畅排出”的规定，进一步明确为“5.4.2.2 具备除湿设备的系统，除湿设备出口废气露点温度应≤4℃，冷凝除湿设备的设置温度应保持在 4℃左右，正常波动在±2℃

以内，其实际温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询，冷凝除湿设备除湿过程产生的冷凝液应采用自动方式通过冷凝液收集和排放装置及时、顺畅排出”。

本标准中规定“5.4.2.3 预处理设备的材质应使用不吸附、不与氨气发生反应的材料，其技术指标应符合 HJ 76 标准相关要求”，主要引用了《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》（HJ 76-2017）^[48]中关于冷凝除湿设备稳定性能、脱水效率相关要求。本标准规定的其他关于预处理设备的要求，主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]中 5.4.2 作出规定。

5.2.5.4.3 辅助设备要求

主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]对辅助设备的要求，并在其基础上进一步完善，具体修改完善内容如下。

HJ 76-2017 中规定“5.4.3.6 具备稀释采样系统的 CEMS，其稀释零空气必须配备完备的气体预处理系统，主要包括气体的过滤、除水、除油、除烃及除二氧化硫和氮氧化物等环节”。在此基础上，本标准中对稀释抽取式系统的稀释零空气预处理系统增加了对稀释零空气进行加热，加热温度应保持稳定，波动范围不超过设定值±3℃，其设定值和实测值应能够在机柜或系统软件中显示查询等规定，主要考虑到在实际应用中稀释零空气的流量受温度影响，外界环境温度发生变化时，可能会影响稀释比，从而影响测量结果，增加稳定加热的相关要求，可以保障稀释抽取式系统的正常运行。

本标准中规定的其他关于辅助设备的要求，主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]中 5.4.3 作出规定。

5.2.5.4.4 校准设备要求

主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]中 5.4.4 对校准设备的要求作出规定。

5.2.5.4.5 数据采集和传输设备要求

主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]对数据采集和传输设备的要求，并在其基础上进一步完善，具体修改完善内容如下。

HJ 76-2017 中规定“5.4.5.4 具备数字信号输出功能”，未明确数据传输必须使用数字信号。实际上，市场上存在一定数量的废气氨自动监测系统采用在采样平台上安装、就近测量再将测量结果传输至站房内工控机的方式，为避免（4~20）mA 电流传输模拟量过程的电流损耗以及通过修改上位机量程篡改数据等行为，本标准明确规定“5.4.5.4 应使用数字信号直接输出测量结果”，不可使用模拟量或模拟量转数字信号的方式传输。此外，使用模拟量传输只能传输电流，无法记录校准、调整等人为操作信息，而数字信号可有效传输人为校准信息并在工控机上解析从而实现对校准调整操作、校准调整情况的记录，防范恶意校准调整、干扰自动监测设备正常运行。

本标准中规定的其他关于数据采集和传输设备的要求，主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]中 5.4.5 作出规定。

5.2.5.4.6 防篡改功能要求

正在修订的《固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ 75）和《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》（HJ 76）两项标准编制组已开展设备技防篡改功能研究，两项标准已完成预研结题和立项，即将公开征求意见，与本标准进度基本一致，本标准规定系统应从软件、硬件两方面进行防护，禁止存在一切可能篡改监测数据的功能，相关要求参照 HJ 76 标准执行。

5.2.6 性能指标及检测方法

5.2.6.1 检测要求

5.2.6.1.1 一般要求

本标准中主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]实验室检测“7.1.1 一般要求”及现场检测“7.2.1 一般要求”作出规定，进一步明确“7.1.9 示值误差、系统响应时间、24 小时零点漂移和量程漂移性能指标检测均应在全系统校准或流动等效校准状态下进行，各性能指标检测数据均应采用数据采集与处理单元存储记录的最终结果”。

本标准中规定“7.1.2 系统现场参比方法采样位置、采样孔数量以及采样点设置等应符合 GB/T 16157 和 HJ 1405 的相关要求”，引用 GB/T 16157-1996 和 HJ 1405-2024 标准中关于手工监测现场采样位置、采样孔数量、采样点设置、不满足点位条件增加采样线和测点等规定。

5.2.6.1.2 标准物质要求

规定零点气体（零气）为纯度≥99.999%的氮气或不干扰测定的洁净空气，其中氨含量不应超过满量程的 1.0%，含有其他气体的浓度不得干扰仪器的读数。零气中氨含量规定主要参考《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）^[41]附录 D。

根据氨分析测量原理的不同，规定标准气体为市售有证标准气体，不确定度不超过±2.0%。量程校准气体指浓度在（80%~100%）满量程范围内的标准气体。对于使用氨气转换器将 NH₃ 催化转换为 N₂ 测量的系统，根据测量方式不同（直接抽取或稀释抽取），量程校准气体可由 NO、NH₃、O₂（直接抽取）、N₂ 组成，混合标气中 NO 体积浓度（摩尔分数）应高于 NH₃ 体积浓度（摩尔分数）；对于使用氨转换器将 NH₃ 催化转换为 NO 测量的系统，根据测量方式不同（直接抽取或稀释抽取）量程校准气体由 NH₃、O₂（直接抽取）、N₂ 组成。较低浓度的标准气体如不能满足不确定度要求，可以使用满足要求的高浓度标准气体采用稀释配气的方式获得，稀释配气装置的精密度应在 1.0%以内。稀释抽取、氨气催化转换间接测量的系统，因稀释零空气中含有氧气，标准气体中无需混入氧气；直接抽取、氨催化

转换间接测量的系统检测所用标准气体应包含转换所需的氧气。

5.2.6.2 氨监测单元性能指标技术要求及检测方法

5.2.6.2.1 示值误差

示值误差本质上反映了测量系统在量程范围内测量结果的准确度，即系统测量值与真值的差距，示值误差大，则其准确度低；示值误差小，则其准确度高。

本标准主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]“7.2.3.1.1 示值误差”的检测方法作出规定，具体如下。

待测系统运行稳定后，分别进行零点满量程校准、调整。依次通入低浓度（20%~30%）满量程值、中浓度（50%~60%）满量程值和高浓度（80%~100%）满量程值的标准气体；读数稳定后分别记录各浓度标准气体的显示值；再通入零点气体，重复测试3次。按公式（1）计算待测系统每种浓度标准气体示值误差 L_{ea} ， L_{ea} 的最大值应符合本标准要求。

$$L_{ea} = \frac{(\bar{x}_{da} - x_{sa})}{R} \times 100\% \quad (1)$$

式中： L_{ea} ——待测系统测量第 i 种浓度标准气体的示值误差，%；

x_{sa} ——第 i 种浓度标准气体浓度标称值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

$\bar{x}_{da}$ ——第 i 种浓度标准气体3次测量的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

a ——测量标准气体序号， $a=1, 2, 3$ ；

R ——待测系统满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）。

低浓度氨气标准气体的稳定性是影响示值误差测试的重要因素，氨气标准气体浓度较低时如果使用测量结果平均值和气体标称值之差与气体标称值比较，气体标称值的准确与否将直接影响示值误差测试结果，如系统满量程为（0~30） $\mu\text{mol/mol}$ ，20%满量程的低浓度标准气体为6 $\mu\text{mol/mol}$ ，若按照示值误差不超过 $\pm 5\%$ 气态标称值计算，则测量结果与气体标称值绝对误差不能超过 $\pm 0.3 \mu\text{mol/mol}$ ，对于标气的稳定性和仪器测量准确度要求较高。因此，量程较低时宜使用测量结果平均值和气体标称值之差与满量程之比作为示值误差测试结果。《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》（HJ 76-2017）^[48]中示值误差的技术要求为当系统检测 SO₂ 满量程 $<100 \mu\text{mol/mol}$ ；NO_x 满量程 $<200 \mu\text{mol/mol}$ 时，不超过满量程的 $\pm 2.5\%$ ；当系统检测 SO₂ 满量程 $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$ ；NO_x 满量程 $\geq 200 \mu\text{mol/mol}$ 时，不超过标准气体标称值的 $\pm 5\%$ 。我国氨有组排放限值为（8~30） mg/m^3 ，自动监测仪器现场应用量程往往根据排放限值设置。由于现行标准规定的排放限值较低，本标准对示值误差的技术要求不再作分段处理，使用测量结果平均值和气体标称值之差与满量程之比作为示值误差测试结果。

■ 验证测试情况

按照上述方法本标准验证测试工作中共对8个型号固定污染源废气氨自动监测系统开展了（0~30） mg/m^3 、（0~50） mg/m^3 、（0~100） mg/m^3 、（0~200） mg/m^3 四种不同量程的示值误差测试，测试结果如表8所示，8个型号的10次示值误差测试中，7个型号的9次测试结果在 $\pm 2.5\%$ F.S.（满量程）以内，达标结果分布在-1.47% F.S.~1.76% F.S.，测试型

号通过率 87.5%，测试结果通过率 90.0%。

表 8 示值误差验证结果汇总表

序号	测试量程 (mg/m ³)	型号	(20%~30%) 满量程	(50%~60%) 满量程	(80%~100%) 满量程
1	0~200	型号 1	1.62% F.S.	0.77% F.S.	-1.03% F.S.
2	0~200	型号 2	0.54% F.S.	0.86% F.S.	0.06% F.S.
3	0~200	型号 3	0.11% F.S.	0.63% F.S.	0.01% F.S.
4	0~30	型号 4	0.51% F.S.	0.83% F.S.	0.76% F.S.
5	0~100	型号 4	0.13% F.S.	0.16% F.S.	0.36% F.S.
6	0~30	型号 5	1.10% F.S.	1.16% F.S.	1.76% F.S.
7	0~30	型号 6	0.02% F.S.	0.39% F.S.	0.54% F.S.
8	0~30	型号 7	-3.46% F.S.	-5.99% F.S.	-6.76% F.S.
9	0~50	型号 8	-1.47% F.S.	-0.55% F.S.	-0.55% F.S.
10	0~100	型号 8	-0.75% F.S.	-0.25% F.S.	0.49% F.S.
注：F.S.指满量程。					

■ 数据基础

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，8 个型号的示值误差检测结果分布在-1.39% F.S.~1.95% F.S.，检测结果如表 9 所示。

表 9 示值误差适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程 (mg/m ³)	原理	(20%~30%) 满量程	(50%~60%) 满量程	(80%~100%) 满量程
1	型号 A	0~15	DOAS	-0.57% F.S.	0.46% F.S.	1.95% F.S.
2	型号 B	0~20	TDLAS	0.02% F.S.	1.35% F.S.	-0.10% F.S.
3	型号 C	0~30	DOAS	-1.21% F.S.	-1.39% F.S.	-1.38% F.S.
4	型号 D	0~20	GFC	-1.08% F.S.	-0.03% F.S.	0.37% F.S.
5	型号 E	0~20	TDLAS	-0.50% F.S.	-0.05% F.S.	-0.55% F.S.
6	型号 F	0~20	TDLAS	0.58% F.S.	0.60% F.S.	-0.77% F.S.
7	型号 G	0~20	TDLAS	-0.43% F.S.	-0.37% F.S.	0.90% F.S.
8	型号 H	0~20	FTIR	-0.78% F.S.	-0.82% F.S.	-0.02% F.S.
注：F.S.指满量程。						

5.2.6.2.2 系统响应时间

本标准主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]“7.2.3.1.2 系统响应时间”的检测方法作出规定，具体如下。

待测系统运行稳定后，按照系统设定采样流量通入零点气体，待读数稳定后按照相同流量通入量程校准气体，同时用秒表开始计时；观察分析仪示值，至读数开始跃变止，记录并

计算样气管线传输时间 T_1 ；继续观察并记录待测分析仪器显示值上升至标准气体浓度标称值 90% 时的仪表响应时间 T_2 ；系统响应时间为 T_1 和 T_2 之和。系统响应时间每天测试 1 次，重复测试 3 天，平均值应符合本标准要求。

《固定污染源烟气（ SO_2 、 NO_x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）^[48]中 SO_2 、 NO_x 、 O_2 系统响应时间的技术要求为 “ $\leq 200 \text{ s}$ ”，《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）中规定的氨气系统响应时间为 “ $\leq 400 \text{ s}$ ”，考虑到氨气的粘附性较二氧化硫、氮氧化物等气态污染物更强，并结合验证测试结果，本标准规定系统响应时间技术要求为 “ $\leq 300 \text{ s}$ ”。

■ 验证测试情况

按照上述方法本标准验证测试工作中共对 8 个型号固定污染源废气氨自动监测系统开展了系统响应时间测试，测试结果如表 10 所示，8 个型号共开展了 32 次系统响应时间测试，各型号多次测量结果平均值分布在 $28.67 \text{ s} \sim 160.40 \text{ s}$ ，测试型号通过率 100%，测试结果通过率 100%。

表 10 系统响应时间验证结果汇总表

序号	型号	量程	管线传输时间 (s)	仪表响应时间 (s)	系统响应时间 (s)	平均值 (s)	备注
1	型号 1	0~200	30	26	56	54.50	伴热管线长约 3 米
2			44	5	49		
3			26	24	50		
4			27	36	63		
5	型号 2	0~200	14	50	64	66.00	伴热管线长约 3 米
6			12	55	67		
7			11	55	66		
8			13	54	67		
9	型号 3	0~200	/	33	33	28.67	无伴热管线
10			/	27	27		
11			/	26	26		
12	型号 4	0~30	/	106	106	78.00	无伴热管线
13			/	69	69		
14			/	67	67		
15			/	70	70		
16	型号 5	0~30	/	53	53	50.25	无伴热管线
17			/	45	45		
18			/	47	47		
19			/	56	56		
20	型号 6	0~30	28.5	106	134.5	129.25	伴热管线长约 70 米
21			27.5	106	133.5		

22			28.5	107	135.5		
23			30.5	83	113.5		
24	型号 7	0~30	32	99	131	160.40	伴热管线 长约 70 米
25			35	120	155		
26			34	182	216		
27			25	130	155		
28			25	120	145		
29	型号 8	0~50	30	26	56	54.50	伴热管线 长约 50 米
30			44	5	49		
31			26	24	50		
32			27	36	63		

■ 数据基础

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，8 个型号的系统响应时间检测结果分布在 65 s~189 s，检测结果如表 11 所示。

表 11 系统响应时间适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程（mg/m ³ ）	原理	系统响应时间（s）	备注
1	型号 A	0~15	DOAS	136	无伴热管线
2	型号 B	0~20	TDLAS	98	伴热管线长约 2 米
3	型号 C	0~30	DOAS	189	伴热管线长约 90 米
4	型号 D	0~20	GFC	65	伴热管线长约 50 米
5	型号 E	0~20	TDLAS	67	伴热管线长约 2 米
6	型号 F	0~20	TDLAS	71	伴热管线长约 1 米
7	型号 G	0~20	TDLAS	80	伴热管线长约 1 米
8	型号 H	0~20	FTIR	97	伴热管线长约 70 米

5.2.6.2.3 24 小时零点漂移和量程漂移

废气自动监测系统在测量量程范围内测量结果一般呈现线性关系，性能质量越好的仪器，线性关系往往越强。线性关系一般可用 $y=kx+b$ 来表示，其中斜率 k 与截距 b 分别代表了量程点和零点的校准调整情况。影响斜率 k 和截距 b 值的因素很多，而 24 小时零点和量程漂移实际就是检验系统斜率 k 和截距 b 值稳定情况指标。本标准中主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]“7.2.3.1.3 24 小时零点漂移和量程漂移”的检测方法作出规定，具体如下。

待测系统运行稳定后，通入零点气体，记录零点稳定读数为 $x_{z,i}$ ；然后通入量程校准气体，记录量程点稳定读数 $x_{s,i}$ 。通气结束后，待测系统连续运行 24 h（期间不允许任何校准、调整和维护）后分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体重复上述操作，并分别记录稳定后读数 $x_{z,i+1}$ 和 $x_{s,i+1}$ 。按公式（2）和（3）计算待测系统的 24 h 零点漂移和 24 h 量程漂移，

然后可对待测系统进行零点和量程校准、调整（如果不校准、调整可将本次零点和量程测量值作为待测系统再次运行 24 h 后零点和量程漂移测试的初始值）。重复上述操作 4 次，全部 24 h 零点漂移和 24 h 量程漂移均应符合本标准要求。

$$x_{zd,i} = \frac{x_{z,i+1} - x_{z,i}}{R} \quad (2)$$

式中： $x_{zd,i}$ ——待测系统第 i 次的 24 h 零点漂移，%；
 $x_{z,i}$ ——待测系统第 i 次通入零点气体的测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；
 R ——待测系统满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；
 i ——测试序号， $i=1, 2, 3, 4$ 。

$$x_{sd,i} = \frac{x_{s,i+1} - x_{s,i}}{R} \dots \quad (3)$$

式中： $x_{sd,i}$ ——待测系统第 i 次的 24 h 量程漂移，%；
 $x_{s,i}$ ——待测系统第 i 次通入量程气体的测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；
 R ——待测系统满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；
 i ——测试序号， $i=1, 2, 3, 4$ 。

《固定污染源烟气（ SO_2 、 NO_x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）^[48]中 SO_2 、 NO_x 、 O_2 的 24 小时零点漂移和量程漂移的技术要求为不超过 $\pm 2.5\%$ 满量程，本标准拟定 NH_3 的 24 小时零点漂移和量程漂移技术要求为不超过 $\pm 2.5\%$ 满量。

■ 验证测试情况

按照上述方法本标准验证测试工作中共对 9 个型号固定污染源废气氨自动监测系统开展了 24 小时零点漂移和量程漂移测试，测试结果如表 12、表 13 所示。9 个型号共开展了 25 次 24 小时零点和量程漂移测试，全部型号零点漂移测试均达标，结果分布 $-0.88\% \sim 0.63\%$ ，通过率 100%。8 个型号、23 次量程漂移测试达标，达标结果分布 $-2.07\% \sim 1.49\%$ ，测试型号通过率 88.9%，测试结果通过率 92.0%。

表 12 24 小时零点漂移验证结果汇总表

序号	测试量程（ mg/m^3 ）	型号	次数	零点漂移（% F.S.）
1	0~200	型号 1	1	0.08
2			2	0.45
3			3	-0.15
4	0~200	型号 2	1	0.30
5			2	0.20
6			3	-0.36
7	0~200	型号 3	1	<0.01
8			2	<0.01
9			3	<0.01
10	0~30	型号 4	1	0.07
11			2	-0.10
12			3	0.07

13	0~30	型号 5	1	0.07
14			2	-0.03
15			3	-0.03
16	0~30	型号 6	1	0.33
17			2	0.03
18			3	0.07
19	0~30	型号 7	1	0.03
20			2	0.60
21	0~50	型号 8	1	-0.06
22			2	-0.12
23			3	-0.12
24	0~200	型号 9	1	0.63
25			2	-0.88
注：F.S.指满量程。				

表 13 24 小时量程漂移验证结果汇总表

序号	测试量程 (mg/m ³)	型号	次数	量程漂移 (% F.S.)
1	0~200	型号 1	1	0.67
2			2	-0.87
3			3	-0.86
4	0~200	型号 2	1	-0.72
5			2	0.44
6			3	-0.73
7	0~200	型号 3	1	1.49
8			2	-1.85
9			3	-0.36
10	0~30	型号 4	1	0.33
11			2	-0.10
12			3	0.43
13	0~30	型号 5	1	-1.30
14			2	0.33
15			3	1.30
16	0~30	型号 6	1	0.47
17			2	-0.77
18			3	1.23
19	0~30	型号 7	1	-2.07
20			2	0.33
21	0~50	型号 8	1	-0.12
22			2	-0.76
23			3	0.14
24	0~200	型号 9	1	-8.64
25			2	-3.69

注：F.S.指满量程。

■ 数据基础

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，8 个型号的 24 小时零点漂移检测结果分布在-1.60% F.S.~1.50% F.S.；24 小时量程漂移检测结果分布在-2.45% F.S.~-0.25% F.S.，检测结果如表 14 所示。

表 14 24 小时零点漂移和量程漂移适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程（mg/m ³ ）	原理	零点漂移（% F.S.）	量程漂移（% F.S.）
1	型号 A	0~15	DOAS	-0.99	-2.11
2	型号 B	0~20	TDLAS	0.75	-2.05
3	型号 C	0~30	DOAS	1.30	-1.27
4	型号 D	0~20	GFC	-0.55	-1.65
5	型号 E	0~20	TDLAS	1.50	-1.05
6	型号 F	0~20	TDLAS	-1.20	-1.40
7	型号 G	0~20	TDLAS	-1.60	-2.45
8	型号 H	0~20	FTIR	-0.50	-0.25
注：F.S.指满量程。					

5.2.6.2.4 氨气转换效率

固定污染源废气氨的测量可以使用光学法直接测量，也可以通过将氨气转换为其他物质间接测量（如化学发光法）。如上所述，氨气转换方式主要包括两种，一种是氨气与氮氧化物及氧气发生反应，生成氮气；另一种是氨气与废气中的氧气发生反应，将氨气转换为氮氧化物。对于将氨气催化转换间接测量的系统，需要检测氨气转换器的转换效率。

由于氨气催化转换测量系统研发技术难度较大且生产成本较高，仅征集到 1 个型号氨气催化转换测量系统开展了验证测试（即型号 9）。同时，由于该型号 24 小时零点漂移和量程漂移测试未达标，提前结束验证测试工作，本次标准编制验证测试过程中未获得氨气转换效率验证数据。然而，氨气催化转换测量方式系统，在国际上已形成一定成熟产品，如美国赛默飞、日本堀场等公司的相关产品在国内也有销售。为推动国产自动监测仪器技术水平提升，标准编制组在标准编制过程中亦将此类系统的技术要求、性能指标及检测方法纳入考虑。检测方法主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]“7.1.3.1.11 二氧化氮转换效率”及《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）^[41]“附录 E.7 NH₃/NO 或 NH₃/N₂ 转换器转换效率”作出规定。ISO 17179 标准中，废气氨的测量量程一般根据实际排放浓度确定，使测量结果分布在（20%~80%）满量程，氨气转换效率检测规定的氨气标气浓度为现场预期浓度的 2 倍，本标准中规定氨气转换效率使用氨气标气浓度为（80%~100%）满量程，

具体检测方法如下。

氨气转换效率检测仪适用于配置有氨气转换器的系统。待测系统运行稳定后，分别对分析仪进行零点校准、调整和一氧化氮满量程校准、调整，将浓度为（80%~100%）满量程的氨气标准气体通过氨气转换器通入分析仪，读数稳定后记录分析仪显示值 $x_{d,i}$ ，重复测试 3 次，按公式（4）计算氨气转换效率 η_{NH_3} ，应符合本标准要求。

$$\eta_{\text{NH}_3} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_{d,i} \times 100\% \quad (4)$$

式中： η_{NH_3} ——氨气转换效率，%；

$x_{d,i}$ —— NH_3 标准气体第 i 次测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

x_s —— NH_3 标准气体浓度值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

i ——测试序号， $i=1, 2, 3$ ；

3——测试总次数。

氨气转换效率技术要求参照《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）^[41]，规定 NH_3 催化转换为 N_2 间接测量的系统，转换效率 $\geq 95\%$ ； NH_3 催化转换为 NO 间接测量的系统，转换效率 $\geq 90\%$ 。

5.2.6.2.5 二氧化氮转换效率

氨气催化转换间接测量的系统根据氨气催化转换方式的不同，通过双通道（一通道转换氨，一通道不转换氨）测量 NO 增量或减量差减得到废气中氨气浓度。常见的两种氨气催化转换方式中，一种将 NH_3 转换为 N_2 ，即 $\text{NO} + \text{NH}_3 + 1/4\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 3/2\text{H}_2\text{O}$ ，此类氨气转换器也会催化 NO_2 与 NH_3 反应生成 N_2 ；另一种将 NH_3 转换成 NO ，即 $\text{NH}_3 + 5/4\text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + 3/2\text{H}_2\text{O}$ ，反应生成的 NO 在氧过量的情况下可能进一步生成 NO_2 。两种催化转换方式如忽略二氧化氮的影响，则会导致氨气组分测量丢失。因此，使用氨气催化转换间接测量的系统，除了必须配置氨气转换器并检测氨气转换效率外，还应配置二氧化氮转换器并检测其转换效率。

本标准二氧化氮转换效率检测方法 & 指标技术要求参照《固定污染源烟气（ SO_2 、 NO_x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）^[48]“7.1.3.1.11 二氧化氮转换效率”作出规定。

5.2.6.2.6 样品采集传输和预处理过程的影响

国内已开展的自动监测仪器相关研究中，对样品采集传输装置和预处理设备对实际样品测量的影响关注较少。标准编制组在验证测试过程中发现国内部分伴热管线在高温下会分解出一定物质，该物质会使氨的测量结果偏高，且该不明物质在伴热管线不同加热温度下释放量不同。当自动监测设备意外断电，又上电后，在一定时间内无法释放完全，且释放量无规律。一般使用温度为 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 左右，适用于常规污染物二氧化硫、氮氧化物、颗粒物监测的伴热管线，将其加热到 $180\text{ }^\circ\text{C}$ 后均可能释放出影响氨测量物质。适用于废气氨测量的管线需经过特殊处理。

在《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》（HJ 76-2017）^[48]中，对样品采集和传输装置、预处理设备提出了其材质和安装应不影响气态污染物测量的规定，且在附录 E 中提出了伴热管线的技术要求，但主要是围绕外观、加热稳定性等作出的规定，并未明确“不影响测量”的评价方法。为避免在实际应用中出现样品采集和传输装置、预处理设备的材质或安装对氨气测量产生影响，编制组认为有必要明确具体的检测方法和性能指标要求。

在《固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法》（HJ 57-2017）^[50]、《固定污染源废气 一氧化碳的测定 定电位电解法》（HJ 973-2018）^[51]、《固定污染源废气 二氧化碳的测定 非分散红外吸收法》（HJ 870-2017）^[52]、《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》（HJ 1330-2023）^[40]等方法标准中定义了“系统偏差”，即标准气体直接导入分析仪（直接测定模式）得到的测定结果与标准气体由采样管导入分析仪（系统测定模式）得到的测定结果之间的绝对误差或绝对误差与校准量程的百分比，用来表征样品采集传输和预处理过程的影响。《固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法》（HJ 692-2014）^[53]、《固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法》（HJ 693-2014）^[54]、《固定污染源废气 气态污染物（SO₂、NO、NO₂、CO、CO₂）的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》（HJ 1240-2021）^[55]等方法标准中则将此概念定义为“系统误差”。在“系统偏差（或系统误差）”及其测试方法的基础上，本标准中提出了“样品采集传输和预处理过程的影响”性能指标，具体检测方法为：

样品采集传输和预处理过程的影响检测仪适用于抽取测量方式的系统。待测系统运行稳定后，分别对分析仪进行零点和满量程校准、调整，将（80%~100%）满量程标准气体通入分析仪，读数稳定后记录显示值 $x_{ana,i}$ 。随后从采样探头处通入（80%~100%）满量程标准气体，读数稳定后记录显示值 $x_{sys,i}$ ；重复操作 3 次，按公式（5）计算样品采集传输和预处理过程的影响。

$$E = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{|x_{sys,i} - x_{ana,i}|}{x_{ana,i}} \times 100\% \quad (5)$$

式中： E ——待测系统样品采集传输和预处理过程的影响，%；

$x_{ana,i}$ ——量程校准气体直接通入分析仪第 i 次测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

$x_{sys,i}$ ——量程校准气体通过采样探头通入分析仪第 i 次测量均值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

i ——测试序号， $i=1, 2, 3$ ；

3——测试总次数。

上述方法标准中对仪器系统偏差（或系统误差）的性能要求为不超过 $\pm 5\%$ 校准量程或以 $60 \mu\text{mol/mol}$ 为分界，当校准量程 $> 60 \mu\text{mol/mol}$ 时，系统偏差（或系统误差）不超过 $\pm 5\%$ 校准量程；当校准量程 $\leq 60 \mu\text{mol/mol}$ 时，系统偏差（或系统误差）不超过 $\pm 3 \mu\text{mol/mol}$ 。由于氨气排放限值均 $\leq 30 \text{ mg/m}^3$ ，而现场应用量程往往与排放限值相关，根据排放限值实际，在本标准中不再对样品采集传输和预处理过程的影响性能指标要求进行分段，在《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》（HJ 1330-2023）系统偏差性能要求的基础上，规定为不超过 $\pm 5\%$ 。

固定污染源废气氨自动监测系统测量原理不同，系统组成和结构也有所区别，对于直接

测量方式的系统而言，并不具备样品采集和传输装置。因此，本标准规定样品采集传输和预处理过程的影响检测仅适用于抽取测量方式的系统。

■ 验证测试情况

按照上述检测方法，编制组对 3 个型号直接抽取式系统进行了验证，每次验证结果单独统计，共获得 22 组测试数据。其中型号 7 因在（0~100）mg/m³ 量程下样品采集传输和预处理过程影响较大，随后使用型号 6 的样品采集传输装置（包含采样探杆、采样探头、滤芯、伴热管线）又进行了（0~10）mg/m³、（0~20）mg/m³、（0~30）mg/m³ 量程的测试，测试结果如表 15 所示。全部 22 次测试中，1 次超出，达标结果分布 0.00%~2.36%，通过率 95.5%。超出指标要求的测试，为型号 7 使用常规气态污染物自动监测系统伴热管线加热至 180 ℃进行测试，而更换为经特殊处理的伴热管线后，其测试结果均达标，由此可见管线材质选择对氨测量有着较大的影响。

表 15 样品采集传输和预处理过程的影响验证结果汇总表

序号	测试量程（mg/m ³ ）	型号	伴热管线长度（m）	样品采集传输和预处理过程的影响（%）	备注
1	0~100	型号 6	70	0.73	
2	0~30	型号 6	70	1.96	
3	0~30	型号 6	70	0.14	
4	0~30	型号 6	70	0.14	
5	0~20	型号 6	70	1.25	
6	0~20	型号 6	70	1.25	
7	0~20	型号 6	70	1.24	
8	0~20	型号 6	70	2.36	
9	0~10	型号 6	70	1.30	
10	0~10	型号 6	70	0.40	
11	0~10	型号 6	70	0.40	
12	0~100	型号 7	70	6.73	使用型号 6 样品采集传输装置进行测试
13	0~30	型号 7	70	1.49	
14	0~30	型号 7	70	1.13	
15	0~30	型号 7	70	0.83	
16	0~20	型号 7	70	0.96	
17	0~20	型号 7	70	0.35	
18	0~20	型号 7	70	0.00	
19	0~10	型号 7	70	0.29	
20	0~10	型号 7	70	0.76	
21	0~10	型号 7	70	1.03	
22	0~50	型号 8	50	0.54	

■ 数据基础

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系

统检测作业指导书》(CNEMC-03-ZJZX-029-2024)并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月,检测合格并发放了 8 份检测报告,8 个型号样品采集传输和预处理过程的影响指标检测结果分布在 0.22%~3.20%,检测结果如表 16 所示。

表 16 样品采集传输和预处理过程的影响适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程 (mg/m ³)	原理	样品采集传输与预处理过程的影响(%)	备注
1	型号 A	0~15	DOAS	1.30	无伴热管线
2	型号 B	0~20	TDLAS	2.06	伴热管线长约 2 米
3	型号 C	0~30	DOAS	3.20	伴热管线长约 90 米
4	型号 D	0~20	GFC	0.59	伴热管线长约 50 米
5	型号 E	0~20	TDLAS	0.22	伴热管线长约 2 米
6	型号 F	0~20	TDLAS	1.02	伴热管线长约 1 米
7	型号 G	0~20	TDLAS	0.31	伴热管线长约 1 米
8	型号 H	0~20	FTIR	1.05	伴热管线长约 70 米

5.2.6.2.7 正确度

本标准中主要参考《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》(HJ 76-2017) [48] “7.2.3.1.4 准确度”的检测方法作出规定,并根据检测、运行、维护实际工作进一步完善,本标准中正确度即 HJ 76-2017 标准中准确度,具体如下。

当 24 小时零点和量程漂移、示值误差、氨气转换效率、二氧化氮转换效率、样品采集传输和预处理过程的影响检测通过,生产设备正常且稳定运行的条件下,可进行正确度检测。

- a) 待测系统运行稳定后,分别进行零点和满量程校准、调整;
- b) 待测系统与参比测试方法同步对污染源排放氨气进行测量,由数据采集器每分钟记录 1 个累积测量值,连续记录至参比方法测试结束;
- c) 取同一时间区间内(一般为 5 min ~ 15 min)参比方法与系统测量结果平均值组成一个数据对,确保参比方法与系统测量数据在同一条件下(废气温度、压力和湿度和含氧量等,一般取标态干基浓度);
- d) 每天获取至少 9 组数据对,用于正确度计算,按公式(6)~(14)计算全部数据对系统与参比方法测量数据平均值的绝对误差、相对误差和相对误差的 95%置信上限。

$$AE = \left| \overline{RM} - \overline{AMS} \right| \tag{6}$$

式中: AE ——系统与参比方法测量结果平均值绝对误差的绝对值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
 $\overline{RM}$ ——参比方法全部数据对测量结果的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
 $\overline{AMS}$ ——系统全部数据对测量结果的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \sum_{b=1}^n RM_b \tag{7}$$

式中: $\overline{AMS}$ ——系统全部数据对测量结果的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
 AMS_b ——第 i 个数据对中的系统测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
 b ——数据对的序号, $b=1, 2, \dots, n$;

n ——数据对的个数, $n \geq 9$ 。

$$\overline{AMS} = \frac{1}{n} \sum_{b=1}^n AMS_b \quad (8)$$

式中: $\overline{AMS}$ ——系统全部数据对测量结果的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

AMS_b ——第 b 个数据对中的系统测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

b ——数据对的序号, $b=1, 2, \dots, n$;

n ——数据对的个数, $n \geq 9$ 。

$$RE = \left| \frac{\overline{RM} - \overline{AMS}}{\overline{RM}} \right| \times 100\% \quad (9)$$

式中: RE ——系统与参比方法测量结果平均值相对误差的绝对值, %;

$\overline{RM}$ ——参比方法全部数据对测量结果的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

$\overline{AMS}$ ——系统全部数据对测量结果的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

$$RA = \frac{|\overline{d}| + |cc|}{\overline{RM}} \times 100\% \quad (10)$$

式中: RA ——系统与参比方法测量结果数据对之间相对偏差的 95%置信上限, %;

$\overline{d}$ ——系统与参比方法测量各数据对差的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

cc ——置信系数, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

$\overline{RM}$ ——参比方法全部数据对测量结果的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

$$\overline{d} = \frac{1}{n} \sum_{b=1}^n d_b \quad (11)$$

式中: $\overline{d}$ ——系统与参比方法测量各数据对差的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

d_b ——每个数据对参比方法与系统测量值之差, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

b ——数据对的序号, $b=1, 2, \dots, n$;

n ——数据对的个数, $n \geq 9$ 。

注: 在计算数据对差的和时, 保留数据差值的正、负号。

$$d_b = RM_b - AMS_b \quad (12)$$

式中: d_b ——每个数据对参比方法与系统测量值之差, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

RM_b ——第 b 个数据对中的参比方法测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

AMS_b ——第 b 个数据对中的系统测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

$$cc = \pm t_{f,0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \quad (13)$$

式中: cc ——置信系数, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

$t_{f,0.95}$ ——统计常数, 由 t 表查得, $f=n-1$;

S_d ——系统与参比方法测量各数据对差的标准偏差, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

n ——数据对的个数, $n \geq 9$ 。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^n (d_b - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (14)$$

式中： S_d ——系统与参比方法测量各数据对差的标准偏差， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

d_b ——每个数据对参比方法与系统测量值之差， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

$\bar{d}$ ——系统与参比方法测量各数据对差的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

b ——数据对的序号， $b=1, 2, \dots, n$ ；

n ——数据对的个数， $n \geq 9$ 。

《固定污染源烟气（ SO_2 、 NO_x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）^[48]中对二氧化硫、氮氧化物等气态污染物的准确度（即本标准中正确度）性能指标进行了分段设置，划分为4个区间。本标准参考 HJ 76-2017 做法，以 10 mg/m^3 、 60 mg/m^3 、 90 mg/m^3 为分界点划分出 $<10 \text{ mg/m}^3$ 、 $\geq 10 \text{ mg/m}^3 \sim <60 \text{ mg/m}^3$ 、 $\geq 60 \text{ mg/m}^3 \sim <90 \text{ mg/m}^3$ 、 $\geq 90 \text{ mg/m}^3$ 四个区间。相关考虑如下：

（1）我国现行的10个大气氨有组织排放标准中氨的排放限值可概括为 8 mg/m^3 、 10 mg/m^3 、 20 mg/m^3 、 30 mg/m^3 。其中，7个行业的排放标准中针对不同产污环节或工艺均提出 8 mg/m^3 或 10 mg/m^3 的排放限值要求。2024年1月印发的《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》和《关于推进实施焦化行业超低排放的意见》中，也规定了水泥窑尾及窑尾余热利用系统、焦炉烟囱氨排放浓度不得超过 8 mg/m^3 。为服务排放监管和超低排放改造等工作，有必要在 8 mg/m^3 或 10 mg/m^3 以下设置一个正确度区间，保障该范围内系统测量的准确性，两数值差距较小，考虑取整，规定 10 mg/m^3 为区间分界点， $<10 \text{ mg/m}^3$ 作为低浓度段。

（2）固定污染源在线监测设备在现场应用中量程多按照排放限值2~3倍设置，如《钢铁企业超低排放评估监测技术指南》规定了 SO_2 、 NO_x 、颗粒物量程设置不超过最大允许排放浓度的2~3倍；山西省地标《固定污染源烟气排放连续监测系统运行维护质量控制技术规范》（DB14/T 2051-2020）^[56]中定义满量程为根据实际应用需要设置 CEMS 的最大测量值，一般设置为污染物排放限值的2~3倍；山东省《固定污染源烟气在线监测系统运行维护技术规范》（DB37/T 4011-2020）^[57]中也明确规定 CEMS 量程应根据现场实际排放浓度合理设置，量程上限应设置为现场执行的污染物排放标准限值的2~3倍。大气氨有组织排放标准中除 8 mg/m^3 和 10 mg/m^3 的限值外，还有部分行业规定了 20 mg/m^3 、 30 mg/m^3 的排放限值，排放限值的2~3倍对应为 40 mg/m^3 、 60 mg/m^3 、 90 mg/m^3 ，可以以 40 mg/m^3 、 90 mg/m^3 或 60 mg/m^3 、 90 mg/m^3 作为分界点，以 60 mg/m^3 作为其中一个分界点可涵盖 30 mg/m^3 排放限值下部分量程应用情况。因此，编制组划分出 $\geq 10 \text{ mg/m}^3 \sim <60 \text{ mg/m}^3$ 和 $\geq 60 \text{ mg/m}^3 \sim <90 \text{ mg/m}^3$ 两个分段区间，作为中浓度段，可保障量程实际应用范围内系统测量的准确性。

（3）编制组在某水泥厂开展验证测试时，现场氨排放浓度随工况变化可在几十到上百毫克每立方米范围内波动，规定 $\geq 90 \text{ mg/m}^3$ 的区间作为高浓度段，可满足此类氨高浓度排放情况的应用。

《固定污染源烟气（ SO_2 、 NO_x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 76-2017）^[48]中对二氧化硫、氮氧化物各分段区间的技术要求按照浓度由低至高依次以绝对

误差、相对误差、绝对误差、相对误差的 95%置信上限来规定。低浓度段以绝对误差来规定较相对误差适当宽松，也更为合理；中浓度段以绝对误差来规定，可做好下一段的衔接。本标准参照此做法，各分段技术指标要求相关考虑如下：

(1) 《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》(HJ 76-2017)^[48]中规定的二氧化硫、氮氧化物低浓度段技术要求为<20 μmol/mol 时，绝对误差的绝对值不超过 6 μmol/mol。6 μmol/mol 的氨对应质量浓度约为 4.55 mg/m³，本标准中规定的氨气低浓度段为<10 mg/m³ (约 13 μmol/mol)，分段的分界点数值减小，绝对误差规定值也应适当减小，但考虑到氨气化学性质活泼、粘附性强、测量难度较大等因素，且为了便于标准的推广实施，绝对误差规定值不宜减小过多，本标准规定为参比方法测量废气中氨气质量浓度平均值<10 mg/m³ 时，系统与参比方法测量数据平均值的绝对误差的绝对值≤4 mg/m³；

(2) 根据开展正确度比对工作经验，污染源排放浓度较高时，系统与参比方法仪器测量结果之间的偏差较排放浓度低时一般更小。本标准中规定<10 mg/m³ 时，绝对误差的绝对值≤4 mg/m³，较 HJ 76-2017 而言已适当放宽，编制组在考虑各分段衔接的同时，随分段区间浓度提高，逐级收紧要求，以确保正确度技术指标的合理性，如以 10 mg/m³ 为分界点，绝对误差 4 mg/m³ 对应相对误差为 40%，本标准规定为参比方法测量废气中氨气质量浓度平均值≥10 mg/m³~<60 mg/m³ 时，系统与参比方法测量数据平均值的相对误差的绝对值≤35%；以 60 mg/m³ 为分界点，相对误差 35%对应绝对误差约 21 mg/m³，本标准规定参比方法测量废气中氨气质量浓度平均值≥60 mg/m³~<90 mg/m³ 时，系统与参比方法测量数据平均值的绝对误差的绝对值≤20 mg/m³；以 90 mg/m³ 为分界点，绝对误差 20 mg/m³ 对应相对误差为 22.2%，本标准规定参比方法测量废气中氨气质量浓度平均值≥90 mg/m³ 时，系统与参比方法测量数据的相对误差的 95%置信上限≤20%。

■ 验证测试情况

按照上述方法本标准验证测试工作中共对 8 个型号固定污染源废气氨自动监测系统开展了氨气正确度测试，获取了 65 组比对数据，测试结果及测试相关情况如表 17~表 20 所示（由于型号 9 的 24 小时量程漂移未达标，型号 7 的示值误差未达标，按照标准规定 24 小时零点和量程漂移、示值误差通过后方可开展正确度比对，因此未对该 2 个型号开展正确度比对验证测试）。其中，型号 1~型号 6、型号 8 均在 24 小时零点和量程漂移、示值误差测试达标后开展了比对测试，型号 10 为直接测量式系统，在安装前使用校准模块进行了校准。系统与参比测试方法同步对污染源排放氨气进行测量，参比仪器测量结果平均值<10 mg/m³ 时，11 组比对结果均达标，达标结果分布(0.10~2.21) mg/m³，测试结果通过率 100%；参比仪器测量结果平均值≥10 mg/m³~<60 mg/m³ 时，36 组比对结果中 31 组达标，达标结果分布 2.20%~32.73%，通过率 86.1%；参比仪器测量结果平均值≥60 mg/m³~<90 mg/m³ 时，9 组比对结果中 7 组达标，达标结果分布(0.57~11.23) mg/m³，通过率 77.8%；参比仪器测量结果平均值≥90 mg/m³ 时，9 组比对结果中 6 组达标，达标结果分布 1.56%~12.45%，通过率 66.7%。

表 17 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值<10 mg/m³）

序号	参比数据 测量值 (mg/m ³)	型号	绝对误差 绝对值 (mg/m ³)	参比仪器原理
1	1.25	型号 4	0.10*	可调谐激光
2	1.25	型号 5	1.21*	可调谐激光
3	2.12	型号 4	0.79*	可调谐激光
4	2.12	型号 5	0.46*	可调谐激光
5	6.10	型号 8	1.09	傅立叶红外
6	6.92	型号 8	1.52	傅立叶红外
7	8.03	型号 8	1.04	傅立叶红外
8	8.90	型号 8	2.11	傅立叶红外
9	9.11	型号 8	1.53	傅立叶红外
10	9.73	型号 6	2.21	可调谐激光
11	9.81	型号 8	2.18	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

表 18 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值 $\geq 10 \text{ mg/m}^3 \sim < 60 \text{ mg/m}^3$ ）

序号	参比数据 测量值 (mg/m ³)	型号	相对误差 绝对值 (%)	参比仪器原理
1	10.49	型号 6	29.75	可调谐激光
2	11.53	型号 4	4.40*	可调谐激光
3	11.53	型号 5	27.78*	可调谐激光
4	11.65	型号 4	2.20*	可调谐激光
5	11.65	型号 5	25.20*	可调谐激光
6	11.71	型号 6	2.60	可调谐激光
7	12.64	型号 6	20.89	可调谐激光
8	12.88	型号 6	10.85	可调谐激光
9	16.25	型号 4	2.84*	可调谐激光
10	16.25	型号 5	32.73*	可调谐激光
11	16.33	型号 8	25.41	傅立叶红外
12	17.30	型号 10	57.35*	傅立叶红外
13	17.48	型号 6	10.69	可调谐激光
14	18.21	型号 6	12.72	可调谐激光
15	19.07	型号 10	56.02*	傅立叶红外
16	19.47	型号 8	24.05	傅立叶红外
17	22.87	型号 4	10.77*	可调谐激光
18	22.87	型号 5	39.70*	可调谐激光
19	23.87	型号 6	16.67	可调谐激光
20	24.16	型号 4	13.91*	可调谐激光
21	24.16	型号 5	40.05*	可调谐激光
22	26.03	型号 8	20.98	傅立叶红外

23	26.72	型号 8	27.17	傅立叶红外
24	28.38	型号 4	20.98*	可调谐激光
25	28.38	型号 5	59.10*	可调谐激光
26	30.27	型号 6	15.17	可调谐激光
27	34.29	型号 8	16.40	傅立叶红外
28	36.17	型号 8	18.49	傅立叶红外
29	39.14	型号 8	17.70	傅立叶红外
30	40.26	型号 1	2.35	傅立叶红外
31	40.26	型号 2	6.11*	傅立叶红外
32	40.26	型号 3	31.96*	傅立叶红外
33	40.86	型号 8	18.03	傅立叶红外
34	43.75	型号 8	15.85	傅立叶红外
35	46.37	型号 8	20.58	傅立叶红外
36	48.69	型号 8	16.59	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

表 19 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值 $\geq 60 \text{ mg/m}^3 \sim < 90 \text{ mg/m}^3$ ）

序号	参比数据 测量值 (mg/m^3)	型号	绝对误差 绝对值 (mg/m^3)	参比仪器原理
1	60.61	型号 8	9.79	傅立叶红外
2	65.62	型号 8	9.73	傅立叶红外
3	76.58	型号 8	11.23	傅立叶红外
4	76.61	型号 1	5.00	傅立叶红外
5	76.61	型号 2	6.98*	傅立叶红外
6	76.61	型号 3	26.34*	傅立叶红外
7	89.42	型号 1	0.99	傅立叶红外
8	89.42	型号 2	0.57*	傅立叶红外
9	89.42	型号 3	25.70*	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

表 20 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值 $\geq 90 \text{ mg/m}^3$ ）

序号	参比数据 测量值 (mg/m^3)	型号	相对误差的 95%置 信上限 (%)	参比仪器原理
1	100.42	型号 1	3.06	傅立叶红外
2	100.42	型号 2	6.12*	傅立叶红外
3	100.42	型号 3	28.41*	傅立叶红外
4	120.15	型号 1	9.62	傅立叶红外
5	120.15	型号 2	12.45*	傅立叶红外
6	120.15	型号 3	46.92*	傅立叶红外

7	131.64	型号 1	1.56	傅立叶红外
8	131.64	型号 2	3.35*	傅立叶红外
9	131.64	型号 3	27.27*	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

■ 数据基础

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，检测结果如表 21 所示（取自初检期间比对结果最大值）。

表 21 气态正确度适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程（mg/m ³ ）	原理	参比方法测试值（mg/m ³ ）	正确度
1	型号 A	0～15	DOAS	9.29	1.29 mg/m ³
2	型号 B	0～20	TDLAS	11.01	14.92%
3	型号 C	0～30	DOAS	11.31	13.69%
4	型号 D	0～20	GFC	11.29	10.49%
5	型号 E	0～20	TDLAS	15.69	20.71%
6	型号 F	0～20	TDLAS	3.51	1.39 mg/m ³
7	型号 G	0～20	TDLAS	3.51	0.43 mg/m ³
8	型号 H	0～20	FTIR	6.78	2.01 mg/m ³

4 个型号在检测期间现场氨排放标干浓度<10 mg/m³，检测结果（绝对误差）分布在 0.43 mg/m³～2.01 mg/m³；4 个型号在检测期间现场氨排放标干浓度≥10 mg/m³～<60 mg/m³，检测结果分布在 10.49%～20.71%。

5.2.6.2.8 仪器检出限

待测系统运行稳定后，将接近检出限的加标样品通入分析仪，待示值稳定后连续测量 7 次，记录每次测得浓度值，计算所取得数据的标准偏差，以 3.143 倍标准偏差表示仪器检出限，应符合本标准要求。本标准参照 HJ 1330-2023 和正在制定的《固定污染源废气氨便携式测量仪器技术要求及检测方法》，规定：仪器检出限≤1 mg/m³。

5.2.6.3 废气参数监测单元性能指标技术要求及检测方法

本标准中废气参数（温度、压力、流速或流量、湿度、含氧量等）监测单元性能指标检测方法 & 性能指标技术要求参照《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》（HJ 76-2017）^[48]相关内容执行。

5.2.7 质量保证

本标准中质量保证分为安装质量保证、检测质量保证、运行期质量保证，主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]“8 质量保证”作出规定，并在其基础上进一步完善，具体调整内容如下。

安装质量保证：规定安装位置和现场配套环境条件、烟囱或烟道设置的采样平台和爬梯应符合《固定污染源废气氨自动监测技术规范》等相关规定；删除 HJ 76-2017 中 8.1.4 关于气态污染物正确度比对达不到要求时可以修改偏差调节系数进行比对的规定；由于氨气催化转换为氮气间接测量方式的系统，在氨气转换过程中需要消耗氮氧化物，本标准增加了 8.1.2 使用氨气转换器将氨气催化转换为氮气进行测量的系统，样品采集装置安装点位处废气中氮氧化物体积浓度（摩尔分数）应高于氨气体积浓度（摩尔分数）相关规定。

检测质量保证：规定 8.2.3 参比测量方法应采用国家或行业发布的标准分析方法。废气氨参比方法测试可采用 HJ 1330 等，使用参比方法进行氨气正确度检测时采样点设置应在满足 HJ 1405 的基础上尽可能靠近系统采样点。《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》（HJ 1330-2023）^[40]已发布，本标准废气氨测试参比方法直接引用该标准方法。此外，便携式可调谐激光光谱法与本标准制订进度一致、便携式紫外吸收法标准也已开展预研究工作，未来将至少有 3 个废气氨便携测量方法的行业标准，因此，本标准删除了 HJ 76-2017 中 8.2.4 规定的仪器分析法。此外，水泥、焦化等行业废气中氨气来源为脱硝过程产生的逃逸氨，脱硝过程中，由于脱硝系统中各项数据的采集存在滞后，喷氨格栅中的流场和浓度场分布不均匀，则可能导致脱硝出口废气中氨气浓度分布不均匀。因此，本标准规定参比方法采样点应尽可能靠近系统采样点。其他规定与 HJ 76-2017 一致。

运行期质量保证参照《固定污染源废气氨自动监测技术规范》定期校准、调整、维护等质量保证规定执行。

5.2.8 检测项目

本标准中主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]“9 检测项目”，列举了系统检测项目和相应指标技术要求。

5.2.9 附录

本标准附录共有 3 个。

附录 A 为废气氨自动监测日报表、月报表和年报表，为规范性附录。

附录 B 为废气氨自动监测系统数据采集记录和处理要求，为规范性附录，主要参考《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》（HJ 76-2017）^[48]附录 B，并在其基础上进一步完善，修改内容主要包括：

（1）B.1 数据采集记录存储要求

“B.1.2 至少每 5 s 采集一组系统测量的实时数据；主要包括：氨气实测体积/质量浓度、废气含氧量、废气流速和流量、废气温度、废气静压、废气湿度等。氨气催化转换测量方式系统还应采集一氧化氮及氮氧化物的实测体积/质量浓度”，增加了对氨气催化转换测量方式系统采集 NO 及 NO_x 测量实时数据的规定；

“B.1.3 至少每 1 min 记录存储一组系统测量的分钟数据，数据为该时段的平均值；主要

包括：氨气体积/质量浓度、废气含氧量、废气流速和流量、废气温度、废气静压、废气湿度、大气压值。氨气催化转换测量的系统还应记录存储一氧化氮及氮氧化物的体积/质量浓度，其中氮氧化物质量浓度以 NO₂ 计。若测量结果有湿/干基不同转换数值，则应同时显示记录该测量值湿基和干基的测量数据”，增加了对氨气催化转换测量方式系统记录存储 NO 及 NO_x 测量分钟数据的规定；

“B.1.10 稀释抽取式系统除满足以上数据采集记录存储要求，还应能实现至少每 1 min 记录存储一组系统测量的分钟数据，数据为该时段的平均值；主要包括：音速小孔出口端（文丘里管喉部）绝对气压（或真空度）、稀释零空气流量或稀释零空气气压及稀释零空气气压换算实际流量。至少每 1 min 记录存储一组稀释比、稀释零空气流量设定值或稀释零空气气压设定值、稀释零空气气压设定值换算流量设定值”。对应本标准 5.4.1.7 音速小孔出口端（文丘里管喉部）绝对气压（或真空度）的监控功能和 5.4.1.8 稀释零空气流量（或气压）监控功能相关规定。

（2）B.4 数据处理计算方法、公式和要求

增加了“B.4.6 稀释零空气采用压力控制方式的系统，应能显示稀释零空气气压与流量之间的转换公式”相关规定。

（3）B.5 数据软件功能要求

结合《关于加强技术防控提升排污单位自行监测质量的通知》（环办监测函〔2024〕214号）附件1《现场检测设备不够完备可能存在不当干预功能的情形》有关要求，修改“B.5.1.3 软件应对全部外部人员控制操作均自动记录、保存，形成系统操作和运行状态记录日志，并可查询。日志保存时间不得少于 2 a，任何管理权限均不可修改或删除日志”，新增日志保存时间的要求和日志记录修改删除的相关要求，强化留痕管理；增加要求“B.5.1.5 日志记录至少应包含：登录记录、校准记录、参数修改记录、公式选配记录、软件升级、时间修改、工作状态、报警记录、安全事件记录等内容，应详细记录相关操作的用户、时间、内容等，数值和状态变化时均应记录变化前后的情况”；增加要求“B.5.2.6 软件进行升级时，原有信息应能够自动备份保存，并能在升级后的软件中显示查询”，避免软件升级导致原有信息丢失；在 B.5.3 中明确应具备系统参数设置、修改、采集、记录、查询和上传功能，参数类别、单位、采集频率等要求应符合 HJ 76 标准相关规定，参数信息至少保存 2 a。增加“B.5.4 校准调整识别要求”，规定应具备校准系数修改限制功能，当校准示值误差超过±10%标准物质标称值时，应能发出报警信息，并终止调整操作，避免不正当校准调整行为。本标准规定“B.6.2 系统应具有远程数据通讯功能，能够定时传输数据组，并随时接收和应答远程的数据查询、校准时钟等命令，符合 HJ 212 的相关要求”，引用 HJ 212 关于通讯与数据输出相关要求。

附录 C 为系统检测原始记录表，为资料性附录。

6 方法验证

6.1 验证方案

本标准适用于固定污染源废气氨自动监测系统的生产设计、应用选型和性能检测等，验

证工作由中国环境监测总站河北省生态环境监测中心、中国环境保护产业协会组织，选择水泥、焦化等超低排放管理需求紧迫行业和钢铁烧结典型氨气排放行业的现场进行标准验证（详见附件1方法验证报告）。本次编制标准验证方案：使用10种型号（每种型号1台）的固定污染源废气氨自动监测系统按照编制标准的技术要求和检测方法中主要性能指标进行相关性能测试，汇总分析测试结果并同编制标准中的拟定的技术指标进行比较最终确定标准规定的技术指标，保证标准各项性能指标的科学性和合理性。用于验证测试的10个型号仪器选择原则为：（1）覆盖目前市场上固定污染源废气氨自动监测系统的主要分析测试原理（即傅立叶变换红外光谱法、气体滤波相关红外法、紫外差分吸收光谱法、可调谐激光光谱法、化学发光法）；（2）验证仪器满足本标准草案中规定的系统组成和结构、系统各单元功能要求和安全要求等；（3）生产厂家有一定的仪器检测经验，能够配合完成验证测试工作，确保测试期间仪器各项运行、测量参数处于正常状态。（4）验证中使用的废气氨参比方法为HJ 1330和便携式可调谐激光光谱法，分别为正式发布标准和生态环境预研标准。

6.2 验证过程及结果

本次编制标准的验证工作主要由标准编制单位组织集中验证完成，2023年6月~2023年11月按照标准编制文本中要求的性能指标和检测方法先后在水泥、焦化、烧结3个行业对10种型号共10台固定污染源废气氨自动监测系统进行标准验证测试，得到了大量的测试基础数据并形成了方法验证报告，具体数据汇总与分析见附件一《方法验证报告》。

7 与开题报告的差异说明

与开题报告无差异。

8 标准征求意见稿技术审查情况

（1）本标准征求意见稿技术审查工作的情况，审查会纪要。

2025年12月24日，生态环境部生态环境监测司组织召开了本标准的征求意见稿技术审查会，专家组听取了标准主编单位所作的标准研究报告和验证报告的内容介绍，经质询、讨论，形成以下审查意见：一、标准主编单位提供的材料齐全、内容完整；二、标准主编单位对国内外方法标准及文献进行了充分调研；三、标准定位准确，技术路线合理可行，方法验证内容完善。审查委员会通过该标准征求意见稿的技术审查。建议按照以下意见修改完善后，提请公开征求意见：1、在编制说明中进一步完善性能指标及对应指标要求的解释说明；2、按照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）对标准文本和编制说明进行编辑性修改。

（2）标准征求意见稿技术审查时提出的修改意见和建议的协调处理情况。

标准编制组根据技术审查会意见对标准文本和编制说明进行了修改：1、进一步在编制说明中完善了性能指标及对应指标要求的解释说明；2、对照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）修改了标准文本及编制说明。

9 标准实施建议

（1）适用性。本标准规定了固定污染源废气氨自动监测系统的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法。各地方生态环境管理部门及排污单位在进行仪器设备选型时可参考本标准；各仪器生产厂商在研发、设计、生产固定污染源废气氨自动监测系统时应严格执行本标准；各检测检验机构在对此类仪器进行性能检测时也应按照本标准的规定要求进行。

（2）社会经济性。国产废气氨自动监测系统以紫外差分吸收光谱法、可调谐激光光谱法原理为主，傅立叶变换红外光谱法、气体滤波相关红外法、化学发光法的成熟设备仍主要来源于国外仪器生产厂商。建议积极推动国产高端自动监测技术发展，带动国产监测仪器行业技术进步。

（3）其他建议。本标准验证测试过程中探究了伴热管线对废气氨测量的影响，建议各地方生态环境管理部门、排污单位、各验收第三方机构、仪器生产厂商加强对伴热管线测量影响的研究。

10 参考文献

- [1]Fowler D , Steadman C E , Stevenson D ,et al.Effects of global change during the 21st century on the nitrogen cycle[J].Atmospheric chemistry and physics, 2015(15-24)
- [2]刘学军,沙志鹏,宋宇,等.我国大气氨的排放特征,减排技术与政策建议[J].环境科学研究, 2021, 34(1):9.
- [3]Zhang Y, Benedict K B, Tang A, et al.Persistent Nonagricultural and Periodic Agricultural Emissions Dominate Sources of Ammonia in Urban Beijing: Evidence from 15 N Stable Isotope in Vertical Profiles[J]Environmental Science Technology, 2019, 54 (1): 102-109
- [4]Yuepeng Pan, Shili Tian, et al.Fossil Fuel Combustion-Related Emissions Dominate Atmospheric Ammonia Sources during Severe Haze Episodes: Evidence from 15N-Stable Isotope in Size-Resolved Aerosol Ammonium[J].Environmental Science & Technology, 2016, 50(15):8049-56
- [5]马儒龙, 王章玮, 张晓山. 城市绿化林中大气氨浓度垂直分布观测[J]. 环境化学, 2021, 40(07): 2028-2034.
- [6]程刚, 李金香, 王欣, 李云婷, 张大伟. 北京市交通环境春季大气氨污染水平分析[J].环境科学学报,2016,36(08):2803-2810.
- [7]张会涛, 田瑛泽, 刘宝双, 等. 武汉化学组分时空分布及聚类分析[J].环境科学,2019,40(11): 4764-4773.
- [8]肖致美, 徐虹, 李立伟, 等. 基于在线观测的天津市 PM_{2.5} 污染特征及来源解析[J].环境科学, 2020,41 (10): 4355-4363.
- [9]谭静瑶, 王丽涛, 刘振通, 等. 邯郸市 NH₃ 污染特征及其在 PM_{2.5} 形成中的作用[J].环境化学, 2021, 40 (7): 2035-2046.
- [10]金丹,高松,崔虎雄,等.大气恶臭污染物氨在线监测方法研究和比对分析[C]//第五届全国恶臭污染测试与控制技术研讨会论文集.2014.
- [11]Horvath H.Effects on visibility, weather and climate. In atmospheric acidity: sources,consequences and abatement [M]. London:Elsevier Applied Science, 1992.
- [12]陈源正,刘通浩,刘安林等.固定污染源烟气中可凝结颗粒物监测技术现状及展望[J].中国环境监测,2023,39(05):21-33.
- [13]薛俊红.浅谈环境空气中氨的来源及污染现状[J]. 山西科技, 2017,32 (1): 139-141.
- [14]董婧, 孙长虹, 王永刚, 王旭, 李明蔚, 伍娟丽. 北京市典型农业区域大气环境氨浓度动态变化分析[J]. 环境工程技术学报, 2017, 7(03):262-267.
- [15]蒋雄杰,李峰.Nafion干燥器GASS处理系统在“超低排放”CEMS中的工程应用研究[J].分析仪器,2015,(03):26-33.
- [16]刘通浩,敬红,王军霞,等.固定污染源氨排放与监测技术现状及展望[C]//中国环境科学学会2020科学技术年会.中国环境科学学会, 2020.
- [17]《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93)
- [18]《制药工业大气污染物排放标准》(GB 37823-2019)

- [19] 《橡胶制品工业污染物排放标准》（GB 27632-2011）
- [20] 《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573-2015）
- [21] 《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）
- [22] 《石灰、电石工业大气污染物排放标准》（GB 41618-2022）
- [23] 《农药制造工业大气污染物排放标准》（GB 39727-2020）
- [24] 《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（GB 16171.1-2024）
- [25] 《矿物棉工业大气污染物排放标准》（GB 41617-2022）
- [26] 《合成树脂工业污染物排放标准》（GB 31572-2015）
- [27] 《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453-2022）
- [28] 《火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法》（HJ 562-2010）
- [29] 《火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性非催化还原法》（HJ 563-2010）
- [30] 《火电厂污染防治可行技术指南》（HJ 2301-2017）
- [31] 《工业锅炉污染防治可行技术指南》（HJ 1178-2021）
- [32] 《氨法烟气脱硫工程通用技术规范》（HJ 2001-2018）
- [33]《排污单位自行监测技术指南 中药、生物药品制品、化学药品制剂制造业》（HJ 1256-2022）
- [34]《排污单位自行监测技术指南 钢铁工业及炼焦化学工业》（HJ 878-2017）
- [35]《排污单位自行监测技术指南 橡胶和塑料制品》（HJ 1207-2021）
- [36]《排污单位自行监测技术指南 平板玻璃工业》（HJ 988-2018）
- [37]《排污单位自行监测技术指南 水泥工业》（HJ 848-2017）
- [38]《空气质量 氨的测定 离子选择电极法》（GB/T 14669-93）
- [39]《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》（HJ 533-2009）
- [40]《固定污染源废气 氨和氯化氢的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法》（HJ 1330-2023）
- [41]《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）
- [42]《Air quality — Certification of automated measuring systems — Part 3: Performance criteria and test procedures for automated measuring systems for monitoring emissions from stationary sources》（EN 15267-3:2008）
- [43]《Automated measuring systems for flue gas using non-extractive methods》（JIS B7993-2019）
- [44]《固定污染源废气氨排放连续监测技术规范》（DB41/T 2199-2021）
- [45]《固定污染源氨气在线监测仪》（RJGF 005-2021）
- [46]《固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ 75-2017）
- [47]《国家环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）
- [48]《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》（HJ 76-2017）
- [49]《Performance specification 2—Specifications and test procedures for SO₂ and NO_x continuous emission monitoring systems in stationary sources》（EPA 40 CFR PART 60）
- [50]《固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法》（HJ 57-2017）
- [51]《固定污染源废气 一氧化碳的测定 定电位电解法》（HJ 973-2018）

- [52] 固定污染源废气 二氧化碳的测定 非分散红外吸收法 (HJ 870-2017)
- [53] 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法 (HJ 692-2014)
- [54] 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法 (HJ 693-2014)
- [55] 固定污染源废气 气态污染物 (SO₂、NO、NO₂、CO、CO₂) 的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法 (HJ 1240-2021)
- [56] 固定污染源烟气排放连续监测系统运行维护质量控制技术规范 (DB14/T 2051-2020)
- [57] 固定污染源烟气在线监测系统运行维护技术规范 (DB37/T 4011-2020)

附件一

方法验证报告

方法名称：固定污染源废气氨自动监测系统技术要求

项目主编单位：中国环境监测总站

验证单位：中国环境监测总站、河北省生态环境监测中心、中国环境保护产业协会

项目负责人及职称：迟颖/ 高级工程师

通讯地址：北京市朝阳区安外大羊坊八号院乙

联系电话：010-84943052

报告编写人及职称：邓宝卿/工程师

报告日期：2025 年 10 月 6 日

1 验证测试依据

《固定污染源废气氨自动监测系统技术要求（征求意见稿）》。

2 验证测试地点及时间

2023 年 6 月，在水泥行业开展验证测试；
2023 年 8 月～9 月，在焦化行业开展验证测试；
2023 年 10 月～11 月，在烧结行业开展验证测试。

3 验证测试方法

选取 10 种型号（每种型号 1 台）固定污染源废气氨自动监测系统按照《固定污染源废气氨自动监测系统技术要求（征求意见稿）》“6 性能指标”规定，对“氨监测单元”相关性能指标开展验证测试，废气参数（温度、压力、流速或流量、湿度、含氧量等）监测单元性能指标参照 HJ 76 执行，不再重复验证，具体步骤如下：

- （1）保证验证测试地点环境条件符合征求意见稿“5.2 工作条件”的相关规定。
- （2）保证系统安装点位符合征求意见稿“8.1 安装质量保证”的相关规定。
- （3）保证测试所用标准气体符合征求意见稿“7.2 标准物质要求”相关规定，各型号仪器完成测试所需的标准气体和稀释配气装置由仪器厂家自行准备。
- （4）按照征求意见稿 8.2.3 相关规定，保证氨气正确度比对所用参比方法为国家或行业已发布的标准方法或已开展预研究工作的标准方法，本标准验证测试使用参比方法为傅立叶变换红外光谱法、可调谐激光光谱法。
- （5）测试开始前由各仪器生产厂家工程师完成调试、校准和调整，确保仪器各测量、运行参数正常。
- （6）按征求意见稿“7 检测方法”中各项指标的检测方法开展测试，各性能指标测试数据均应采用数据采集与处理单元存储记录的最终结果，并按检测方法中的公式计算每台仪器每项性能指标的检测结果。每项性能指标检测期间，若某型号仪器出现较为严重技术问题或故障，导致测量结果偏差大或无法继续进行测试，则终止该台仪器的测试；若仪器测试数据异常但未出现故障，则继续测试，异常数据参与性能指标结果的计算和统计。
- （7）验证测试结果记录规范：原始记录保留 2 位小数、测试计算结果保留 2 位小数。
- （8）标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作，适用性检测数据结果亦作为本标准验证测试数据。

4 验证仪器基本情况

（1）本标准验证测试共组织 10 个型号仪器参加，方法原理涵盖了傅立叶变换红外光谱法、可调谐激光光谱法、紫外差分吸收光谱法、气体滤波相关红外法和化学发光法，详见附表 1。用于验证测试的 10 个型号仪器选择原则为：（1）覆盖目前市场上固定污染源废气氨

自动监测系统的主要分析测试原理；（2）验证仪器满足本标准草案中规定的系统组成和结构、系统各单元功能要求和安全要求等；（3）生产厂家有一定的仪器检测经验，能够配合完成验证测试工作，确保测试期间仪器各项运行、测量参数处于正常状态。由于氨气催化转换化学发光法间接测量方式的系统存在一定技术门槛，且生产成本低，国内相关类型仪器型号较少，目前并非国内主流氨气在线分析测量原理，本次标准编制仅对 1 个型号催化转换测量系统开展了 24 小时零点漂移和量程漂移测试，且在测试期间出现技术故障，未开展其他性能指标验证，此类分析测量原理相关性能指标技术要求的确定主要参考《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》（HJ 76-2017）、《Stationary source emissions — Determination of the mass concentration of ammonia in flue gas — Performance characteristics of automated measuring systems》（ISO 17179:2016）等标准和其他分析测量原理系统的验证测试结果。

（2）截至 2025 年 6 月，标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）检测合格并发放了 8 份检测报告，检测结果纳入方法验证。

附表 1 验证仪器情况登记表

型号	仪器测试原理	备注
型号 1	傅立叶变换红外光谱法	
型号 2	紫外差分吸收光谱法	
型号 3	可调谐激光光谱法	
型号 4	可调谐激光光谱法	
型号 5	可调谐激光光谱法	
型号 6	傅立叶变换红外光谱法	
型号 7	气体滤波相关红外法	
型号 8	气体滤波相关红外法	
型号 9	化学发光法	
型号 10	可调谐激光光谱法	

5 仪器验证数据汇总

5.1 示值误差

附表 2 示值误差验证结果汇总表

序号	测试量程 (mg/m ³)	型号	(20%~30%) 满量程	(50%~60%) 满量程	(80%~100%) 满量程
1	0~200	型号 1	1.62%	0.77%	-1.03%
2	0~200	型号 2	0.54%	0.86%	0.06%
3	0~200	型号 3	0.11%	0.63%	0.01%
4	0~30	型号 4	0.51%	0.83%	0.76%
5	0~100	型号 4	0.13%	0.16%	0.36%

6	0~30	型号 5	1.10%	1.16%	1.76%
7	0~30	型号 6	0.02%	0.39%	0.54%
8	0~30	型号 7	-3.46%	-5.99%	-6.76%
9	0~50	型号 8	-1.47%	-0.55%	-0.55%
10	0~100	型号 8	-0.75%	-0.25%	0.49%

8 个型号的 10 次示值误差测试中，7 个型号的 9 次测试结果在±2.5%满量程以内，达标结果分布在-1.47%~1.76%，测试型号通过率 87.5%，测试结果通过率 90.0%。

附表 3 示值误差适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程 (mg/m ³)	原理	(20%~30%) 满量程	(50%~60%) 满量程	(80%~100%) 满量程
1	型号 A	0~15	DOAS	-0.57% F.S.	0.46% F.S.	1.95% F.S.
2	型号 B	0~20	TDLAS	0.02% F.S.	1.35% F.S.	-0.10% F.S.
3	型号 C	0~30	DOAS	-1.21% F.S.	-1.39% F.S.	-1.38% F.S.
4	型号 D	0~20	GFC	-1.08% F.S.	-0.03% F.S.	0.37% F.S.
5	型号 E	0~20	TDLAS	-0.50% F.S.	-0.05% F.S.	-0.55% F.S.
6	型号 F	0~20	TDLAS	0.58% F.S.	0.60% F.S.	-0.77% F.S.
7	型号 G	0~20	TDLAS	-0.43% F.S.	-0.37% F.S.	0.90% F.S.
8	型号 H	0~20	FTIR	-0.78% F.S.	-0.82% F.S.	-0.02% F.S.
注：F.S.指满量程。						

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，8 个型号的示值误差检测结果分布在-1.39% F.S.~1.95% F.S.。

5.2 系统响应时间

附表 4 系统响应时间验证结果汇总表

序号	型号	量程	管线传输 时间（s）	仪表响应 时间（s）	系统响应 时间（s）	平均值 （s）	备注
1	型号 1	0~200	30	26	56	54.50	伴热管线 长约 3 米
2			44	5	49		
3			26	24	50		
4			27	36	63		
5	型号 2	0~200	14	50	64	66.00	伴热管线 长约 3 米
6			12	55	67		
7			11	55	66		
8			13	54	67		
9	型号 3	0~200	/	33	33	28.67	无伴热管线
10			/	27	27		
11			/	26	26		

12	型号 4	0~30	/	106	106	78.00	无伴热管线
13			/	69	69		
14			/	67	67		
15			/	70	70		
16	型号 5	0~30	/	53	53	50.25	无伴热管线
17			/	45	45		
18			/	47	47		
19			/	56	56		
20	型号 6	0~30	28.5	106	134.5	129.25	伴热管线 长约 70 米
21			27.5	106	133.5		
22			28.5	107	135.5		
23			30.5	83	113.5		
24	型号 7	0~30	32	99	131	160.40	伴热管线 长约 70 米
25			35	120	155		
26			34	182	216		
27			25	130	155		
28			25	120	145		
29	型号 8	0~50	30	26	56	54.50	伴热管线 长约 50 米
30			44	5	49		
31			26	24	50		
32			27	36	63		

8 个型号共开展了 32 次系统响应时间测试，各型号多次测量结果平均值分布在 28.67 s ~ 160.40 s，测试型号通过率 100%，测试结果通过率 100%。

附表 5 系统响应时间适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程（mg/m ³ ）	原理	系统响应时间（s）	备注
1	型号 A	0~15	DOAS	136	无伴热管线
2	型号 B	0~20	TDLAS	98	伴热管线长约 2 米
3	型号 C	0~30	DOAS	189	伴热管线长约 90 米
4	型号 D	0~20	GFC	65	伴热管线长约 50 米
5	型号 E	0~20	TDLAS	67	伴热管线长约 2 米
6	型号 F	0~20	TDLAS	71	伴热管线长约 1 米
7	型号 G	0~20	TDLAS	80	伴热管线长约 1 米
8	型号 H	0~20	FTIR	97	伴热管线长约 70 米

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，8 个型号的系统响应时间检测结果分布在 65 s~189 s。

5.3 24 小时零点漂移和量程漂移

附表 6 24 小时零点漂移验证结果汇总表

序号	测试量程 (mg/m ³)	型号	次数	零点漂移 (%)
1	0~200	型号 1	1	0.08
2			2	0.45
3			3	-0.15
4	0~200	型号 2	1	0.30
5			2	0.20
6			3	-0.36
7	0~200	型号 3	1	<0.01
8			2	<0.01
9			3	<0.01
10	0~30	型号 4	1	0.07
11			2	-0.10
12			3	0.07
13	0~30	型号 5	1	0.07
14			2	-0.03
15			3	-0.03
16	0~30	型号 6	1	0.33
17			2	0.03
18			3	0.07
19	0~30	型号 7	1	0.03
20			2	0.60
21	0~50	型号 8	1	-0.06
22			2	-0.12
23			3	-0.12
24	0~200	型号 9	1	0.63
25			2	-0.88

附表 7 24 小时量程漂移验证结果汇总表

序号	测试量程 (mg/m ³)	型号	次数	量程漂移 (%)
1	0~200	型号 1	1	0.67
2			2	-0.87
3			3	-0.86
4	0~200	型号 2	1	-0.72
5			2	0.44
6			3	-0.73
7	0~200	型号 3	1	1.49
8			2	-1.85
9			3	-0.36
10	0~30	型号 4	1	0.33
11			2	-0.10
12			3	0.43
13	0~30	型号 5	1	-1.30
14			2	0.33
15			3	1.30
16	0~30	型号 6	1	0.47
17			2	-0.77
18			3	1.23
19	0~30	型号 7	1	-2.07
20			2	0.33
21	0~50	型号 8	1	-0.12
22			2	-0.76
23			3	0.14
24	0~200	型号 9	1	-8.64
25			2	-3.69

9 个型号共开展了 25 次 24 小时零点和量程漂移测试，全部型号零点漂移测试均达标，结果分布-0.88%~0.63%，通过率 100%。8 个型号、23 次量程漂移测试达标，达标结果分布-2.07%~1.49%，测试型号通过率 88.9%，测试结果通过率 92.0%。

附表 8 24 小时零点漂移和量程漂移适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程 (mg/m ³)	原理	零点漂移 (% F.S.)	量程漂移 (% F.S.)
1	型号 A	0~15	DOAS	-0.99	-2.11
2	型号 B	0~20	TDLAS	0.75	-2.05
3	型号 C	0~30	DOAS	1.30	-1.27
4	型号 D	0~20	GFC	-0.55	-1.65
5	型号 E	0~20	TDLAS	1.50	-1.05
6	型号 F	0~20	TDLAS	-1.20	-1.40
7	型号 G	0~20	TDLAS	-1.60	-2.45

8	型号 H	0~20	FTIR	-0.50	-0.25
注：F.S.指满量程。					

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，8 个型号的 24 小时零点漂移检测结果分布在-1.60% F.S.~1.50% F.S.；24 小时量程漂移检测结果分布在-2.45% F.S.~-0.25% F.S.。

5.4 样品采集传输和预处理过程的影响

附表 9 样品采集传输和预处理过程的影响验证结果汇总表

序号	测试量程（mg/m ³ ）	型号	伴热管线长度（m）	样品采集传输和预处理过程的影响（%）	备注
1	0~100	型号 6	70	0.73	
2	0~30	型号 6	70	1.96	
3	0~30	型号 6	70	0.14	
4	0~30	型号 6	70	0.14	
5	0~20	型号 6	70	1.25	
6	0~20	型号 6	70	1.25	
7	0~20	型号 6	70	1.24	
8	0~20	型号 6	70	2.36	
9	0~10	型号 6	70	1.30	
10	0~10	型号 6	70	0.40	
11	0~10	型号 6	70	0.40	
12	0~100	型号 7	70	6.73	
13	0~30	型号 7	70	1.49	使用型号 6 样品采集传输装置进行测试
14	0~30	型号 7	70	1.13	
15	0~30	型号 7	70	0.83	
16	0~20	型号 7	70	0.96	
17	0~20	型号 7	70	0.35	
18	0~20	型号 7	70	0.00	
19	0~10	型号 7	70	0.29	
20	0~10	型号 7	70	0.76	
21	0~10	型号 7	70	1.03	
22	0~50	型号 8	50	0.54	

对 3 个型号直接抽取式系统进行了验证，每次验证结果单独统计，共获得 22 组测试数据。其中型号 7 因在（0~100）mg/m³ 量程下样品采集传输和预处理过程影响较大，随后使用型号 6 的样品采集传输装置（包含采样探头、滤芯、伴热管线）又进行了（0~10）mg/m³、（0~20）mg/m³、（0~30）mg/m³ 量程的测试，测试结果如附表 9 所示。全部 22 次测试中，1 次超出，达标结果分布 0.00%~2.36%，通过率 95.5%。

附表 10 样品采集传输和预处理过程的影响适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程（mg/m ³ ）	原理	样品采集传输与预处理过程的影响（%）	备注
1	型号 A	0~15	DOAS	1.30	无伴热管线
2	型号 B	0~20	TDLAS	2.06	伴热管线长约 2 米
3	型号 C	0~30	DOAS	3.20	伴热管线长约 90 米
4	型号 D	0~20	GFC	0.59	伴热管线长约 50 米
5	型号 E	0~20	TDLAS	0.22	伴热管线长约 2 米
6	型号 F	0~20	TDLAS	1.02	伴热管线长约 1 米
7	型号 G	0~20	TDLAS	0.31	伴热管线长约 1 米
8	型号 H	0~20	FTIR	1.05	伴热管线长约 70 米

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告，8 个型号样品采集传输和预处理过程的影响指标检测结果分布在 0.22%~3.20%。

5.5 正确度

附表 11 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值<10 mg/m³）

序号	参比数据 测量值（mg/m ³ ）	型号	绝对误差 绝对值（mg/m ³ ）	参比仪器原理
1	1.25	型号 4	0.10*	可调谐激光
2	1.25	型号 5	1.21*	可调谐激光
3	2.12	型号 4	0.79*	可调谐激光
4	2.12	型号 5	0.46*	可调谐激光
5	6.10	型号 8	1.09	傅立叶红外
6	6.92	型号 8	1.52	傅立叶红外
7	8.03	型号 8	1.04	傅立叶红外
8	8.90	型号 8	2.11	傅立叶红外
9	9.11	型号 8	1.53	傅立叶红外
10	9.73	型号 6	2.21	可调谐激光
11	9.81	型号 8	2.18	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

附表 12 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值 $\geq 10 \text{ mg/m}^3 \sim < 60 \text{ mg/m}^3$ ）

序号	参比数据 测量值 (mg/m^3)	型号	相对误差 绝对值 (%)	参比仪器原理
1	10.49	型号 6	29.75	可调谐激光
2	11.53	型号 4	4.40*	可调谐激光
3	11.53	型号 5	27.78*	可调谐激光
4	11.65	型号 4	2.20*	可调谐激光
5	11.65	型号 5	25.20*	可调谐激光
6	11.71	型号 6	2.60	可调谐激光
7	12.64	型号 6	20.89	可调谐激光
8	12.88	型号 6	10.85	可调谐激光
9	16.25	型号 4	2.84*	可调谐激光
10	16.25	型号 5	32.73*	可调谐激光
11	16.33	型号 8	25.41	傅立叶红外
12	17.30	型号 10	57.35*	傅立叶红外
13	17.48	型号 6	10.69	可调谐激光
14	18.21	型号 6	12.72	可调谐激光
15	19.07	型号 10	56.02*	傅立叶红外
16	19.47	型号 8	24.05	傅立叶红外
17	22.87	型号 4	10.77*	可调谐激光
18	22.87	型号 5	39.70*	可调谐激光
19	23.87	型号 6	16.67	可调谐激光
20	24.16	型号 4	13.91*	可调谐激光
21	24.16	型号 5	40.05*	可调谐激光
22	26.03	型号 8	20.98	傅立叶红外
23	26.72	型号 8	27.17	傅立叶红外
24	28.38	型号 4	20.98*	可调谐激光
25	28.38	型号 5	59.10*	可调谐激光
26	30.27	型号 6	15.17	可调谐激光
27	34.29	型号 8	16.40	傅立叶红外
28	36.17	型号 8	18.49	傅立叶红外
29	39.14	型号 8	17.70	傅立叶红外
30	40.26	型号 1	2.35	傅立叶红外
31	40.26	型号 2	6.11*	傅立叶红外
32	40.26	型号 3	31.96*	傅立叶红外
33	40.86	型号 8	18.03	傅立叶红外
34	43.75	型号 8	15.85	傅立叶红外
35	46.37	型号 8	20.58	傅立叶红外
36	48.69	型号 8	16.59	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

附表 13 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值 $\geq 60 \text{ mg/m}^3 \sim < 90 \text{ mg/m}^3$ ）

序号	参比数据 测量值 (mg/m^3)	型号	绝对误差 绝对值 (mg/m^3)	参比仪器原理
1	60.61	型号 8	9.79	傅立叶红外
2	65.62	型号 8	9.73	傅立叶红外
3	76.58	型号 8	11.23	傅立叶红外
4	76.61	型号 1	5.00	傅立叶红外
5	76.61	型号 2	6.98*	傅立叶红外
6	76.61	型号 3	26.34*	傅立叶红外
7	89.42	型号 1	0.99	傅立叶红外
8	89.42	型号 2	0.57*	傅立叶红外
9	89.42	型号 3	25.70*	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

附表 14 气态正确度验证结果汇总表（参比方法测量平均值 $\geq 90 \text{ mg/m}^3$ ）

序号	参比数据 测量值 (mg/m^3)	型号	相对误差的 95%置 信上限 (%)	参比仪器原理
1	100.42	型号 1	3.06	傅立叶红外
2	100.42	型号 2	6.12*	傅立叶红外
3	100.42	型号 3	28.41*	傅立叶红外
4	120.15	型号 1	9.62	傅立叶红外
5	120.15	型号 2	12.45*	傅立叶红外
6	120.15	型号 3	46.92*	傅立叶红外
7	131.64	型号 1	1.56	傅立叶红外
8	131.64	型号 2	3.35*	傅立叶红外
9	131.64	型号 3	27.27*	傅立叶红外
注：*表示现场系统未安装湿度测量仪，在线氨气标干值使用同时间段参比仪器测量湿度计算。				

系统与参比测试方法同步对污染源排放氨气进行测量，参比仪器测量结果平均值 $< 10 \text{ mg/m}^3$ 时，11 组比对结果均达标，达标结果分布 $(0.10 \sim 2.21) \text{ mg/m}^3$ ，测试结果通过率 100%；参比仪器测量结果平均值 $\geq 10 \text{ mg/m}^3 \sim < 60 \text{ mg/m}^3$ 时，36 组比对结果中 31 组达标，达标结果分布 2.20%~32.73%，通过率 86.1%；参比仪器测量结果平均值 $\geq 60 \text{ mg/m}^3 \sim < 90 \text{ mg/m}^3$ 时，9 组比对结果中 7 组达标，达标结果分布 $(0.57 \sim 11.23) \text{ mg/m}^3$ ，通过率 77.8%；参比仪器测量结果平均值 $\geq 90 \text{ mg/m}^3$ 时，9 组比对结果中 6 组达标，达标结果分布 1.56%~12.45%，通过率 66.7%。

附表 15 氨正确度适用性检测结果汇总表

序号	型号	量程 (mg/m^3)	原理	参比方法测试值 (mg/m^3)	正确度
----	----	------------------------	----	--------------------------------	-----

1	型号 A	0~15	DOAS	9.29	1.29 mg/m ³
2	型号 B	0~20	TDLAS	11.01	14.92%
3	型号 C	0~30	DOAS	11.31	13.69%
4	型号 D	0~20	GFC	11.29	10.49%
5	型号 E	0~20	TDLAS	15.69	20.71%
6	型号 F	0~20	TDLAS	3.51	1.39 mg/m ³
7	型号 G	0~20	TDLAS	3.51	0.43 mg/m ³
8	型号 H	0~20	FTIR	6.78	2.01 mg/m ³

标准编制组依据本标准征求意见稿编制了《固定污染源废气氨（NH₃）排放连续监测系统检测作业指导书》（CNEMC-03-ZJZX-029-2024）并开展了仪器适用性检测工作。截至 2025 年 6 月，检测合格并发放了 8 份检测报告。4 个型号在检测期间现场氨排放标干浓度 < 10 mg/m³，检测结果（绝对误差）分布在 0.43 mg/m³~2.01 mg/m³；4 个型号在检测期间现场氨排放标干浓度 ≥ 10 mg/m³~< 60 mg/m³，检测结果分布在 10.49%~20.71%。

6 标准验证结论

通过实验数据汇总和分析，将标准规定的氨监测单元性能指标确定如下表。

附表 11 氨监测单元性能指标技术要求

性能指标		技术要求
仪器检出限*		≤ 1 mg/m ³
示值误差		± 2.5% F.S.
系统响应时间		≤ 300 s
24 h 零点漂移和量程漂移		± 2.5% F.S.
氨气转换效率*	NH ₃ /NO	≥ 90%
	NH ₃ /N ₂	≥ 95%
二氧化氮转换效率*		≥ 95%
样品采集传输和预处理过程的影响		≤ 5%
正确度		排放浓度平均值： ≥ 90 mg/m ³ （118 μmol/mol）时，相对误差的 95%置信上限 ≤ 20% ≥ 60 mg/m ³ （79 μmol/mol）~ < 90 mg/m ³ （118 μmol/mol）时，绝对误差 ≤ 20 mg/m ³ （26 μmol/mol） ≥ 10 mg/m ³ （13 μmol/mol）~ < 60 mg/m ³ （79 μmol/mol）时，相对误差 ≤ 35% < 10 mg/m ³ （13 μmol/mol）时，绝对误差 ≤ 4 mg/m ³ （5 μmol/mol）
注：*为引用国际或国内相关标准规定。		

7 仪器验证原始数据（不包含适用性检测原始数据）

7.1 示值误差

附表 12-1 示值误差验证原始数据表

仪器		型号 1		型号 2		型号 3		型号 4		型号 4	
量程 (mg/m ³)		0~200		0~200		0~200		0~30		0~100	
示值误差测试情况		标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)
(20%~30%) 满量程	第一遍	50	53.30	50	50.82	40	39.61	6	6.05	20.12	20.09
	第二遍		53.25		51.60		40.66		6.20		20.27
	第三遍		53.15		50.80		40.39		6.21		20.39
(50%~60%) 满量程	第一遍	110	112.37	110	111.44	100	101.13	15	15.22	50.3	50.29
	第二遍		111.25		112.23		101.25		15.29		50.49
	第三遍		110.97		111.50		101.4		15.24		50.61
(80%~100%) 满量程	第一遍	180	179.36	180	179.78	160	159.67	24	24.21	80.47	80.66
	第二遍		176.47		180.25		159.98		24.22		80.86
	第三遍		177.99		180.32		160.41		24.25		80.98

附表 12-2 示值误差验证原始数据表

仪器		型号 5		型号 6		型号 7		型号 8		型号 8	
量程 (mg/m ³)		0~30		0~30		0~30		0~50		0~100	
示值误差测试情况		标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	实测值 (mg/m ³)
(20%~30%) 满量程	第一遍	6	6.12	7	7.01	7	7.11	15	14.03	30	29.23
	第二遍		6.31		7.01		6.18		14.35		29.27
	第三遍		6.55		7.00		4.60		14.41		29.26
(50%~60%) 满量程	第一遍	15	15.22	17	17.04	17	16.52	30	29.58	60	59.70
	第二遍		15.27		17.15		14.73		29.85		59.71
	第三遍		15.56		17.16		14.36		29.75		59.83
(80%~100%) 满量程	第一遍	24	24.50	25	25.17	27	26.36	47.46	47.18	100	100.16
	第二遍		24.51		25.10		23.81		47.21		100.81
	第三遍		24.57		25.22		24.75		47.16		100.50

7.2 24 小时零点和量程漂移

附表 13-1 24 小时零点漂移验证原始数据表

仪器	型号 1	型号 2	型号 3	型号 4	型号 5	型号 6	型号 7	型号 8	型号 9
量程 (mg/m ³)	0~200	0~200	0~200	0~30	0~30	0~30	0~30	0~50	0~200
实测值 (mg/m ³)	0.00	0.09	0.04	-0.07	0.02	-0.19	0.37	0.03	2.82
	0.16	0.69	0.00	-0.05	0.04	-0.09	0.38	0.00	4.07
	1.06	1.08	0.01	-0.08	0.03	-0.08	0.20*	-0.06	5.18*
	0.76	0.37	0.00	-0.06	0.02	-0.06	0.38	-0.12	3.42
注: *表示重新校准, 不与上一组数据构成漂移数据对。									

附表 13-2 24 小时量程漂移验证原始数据表

仪器	型号 1	型号 2	型号 3	型号 4	型号 5	型号 6	型号 7	型号 8	型号 9
量程 (mg/m ³)	0~200	0~200	0~200	0~30	0~30	0~30	0~30	0~50	0~200
实测值 (mg/m ³)	179.22	180.47	160.28	26.85	24.63	24.87	27.42	47.34	171.46
	180.55	179.03	163.25	26.95	24.24	25.01	26.80	47.28	154.18
	178.81	179.90	159.56	26.92	24.34	24.78	27.53*	46.90	159.36*
	177.09	178.45	158.85	27.05	24.73	25.15	27.63	46.97	151.98
注: *表示重新校准, 不与上一组数据构成漂移数据对。									

7.3 样品采集传输和预处理过程的影响

附表 14 样品采集传输和预处理过程的影响验证原始数据表

序号	测试量程 (mg/m ³)	标气浓度 (mg/m ³)	型号	直通分析仪示值 (mg/m ³)	从采样探头处通入分析仪示值 (mg/m ³)	伴热管线长度 (m)	备注
1	0~100	100	型号 6	99.88	99.15	70	
2	0~30	30	型号 6	30.09	29.50	70	
3	0~30	30	型号 6	29.49	29.45	70	
4	0~30	30	型号 6	29.51	29.55	70	
5	0~20	20	型号 6	20.35	19.87	70	
6	0~20	20	型号 6	19.95	19.70	70	
7	0~20	20	型号 6	20.02	19.77	70	
8	0~20	20	型号 6	20.10	19.85	70	
9	0~10	10	型号 6	10.02	9.89	70	
10	0~10	10	型号 6	9.91	9.95	70	
11	0~10	10	型号 6	9.93	9.97	70	
12	0~100	100	型号 7	100.23	106.98	70	
13	0~30	30	型号 7	30.27	29.82	70	使用型号 6 样品采集传输装置进行测试
14	0~30	30	型号 7	30.18	29.84	70	
15	0~30	30	型号 7	30.28	30.03	70	
16	0~20	20	型号 7	19.81	19.62	70	
17	0~20	20	型号 7	19.77	19.70	70	
18	0~20	20	型号 7	19.90	19.90	70	
19	0~10	10	型号 7	10.50	10.47	70	
20	0~10	10	型号 7	10.59	10.51	70	
21	0~10	10	型号 7	10.71	10.60	70	
22	0~50	47.46	型号 8	47.72	47.46	50	

7.4 正确度

附表 15-1 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m³

型号 1												
组次	第 1 组		第 2 组		第 3 组		第 4 组		第 5 组		第 6 组	
数据对	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统
1	100.25	108.70	52.29	57.17	148.73	149.37	100.21	102.32	116.28	115.71	51.74	51.86
2	123.38	123.57	54.23	60.51	141.98	139.70	95.06	92.12	84.28	81.03	50.64	49.85
3	128.89	143.00	71.16	70.81	131.95	131.71	95.69	93.79	90.79	87.61	47.82	47.41
4	109.85	120.98	103.81	117.53	119.56	118.56	105.69	108.53	94.07	92.33	39.25	39.87
5	110.18	103.37	90.37	97.07	121.69	122.51	103.24	105.68	89.65	88.25	44.09	41.80
6	126.05	137.95	78.67	83.05	131.95	129.54	98.77	102.71	100.61	98.34	35.12	33.34
7	126.49	133.30	78.47	80.97	136.21	135.31	93.07	91.42	96.02	101.79	32.92	32.33
8	120.89	129.86	80.48	82.81	134.38	138.41	101.62	103.69	84.80	85.62	32.84	32.25
9	135.39	139.46	80.05	84.65	118.27	122.00	110.47	113.61	48.30	45.23	27.92	25.12
注: 参比方法为傅立叶变换红外光谱法。												

附表 15-2 正确度比对验证原始数据表

单位：mg/m³

型号 2												
组次	第 1 组		第 2 组		第 3 组		第 4 组		第 5 组		第 6 组	
数据对	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统
1	100.25	107.65	52.29	57.55	148.73	149.61	100.21	99.82	116.28	112.04	51.74	49.77
2	123.38	141.40	54.23	58.16	141.98	141.17	95.06	96.40	84.28	81.98	50.64	50.20
3	128.89	138.12	71.16	90.82	131.95	130.77	95.69	101.74	90.79	92.25	47.82	46.88
4	109.85	118.10	103.81	111.35	119.56	123.28	105.69	110.56	94.07	95.97	39.25	36.49
5	110.18	128.80	90.37	96.54	121.69	125.63	103.24	108.57	89.65	90.34	44.09	41.43
6	126.05	136.32	78.67	82.64	131.95	137.48	98.77	101.67	100.61	105.67	35.12	29.95
7	126.49	138.22	78.47	84.09	136.21	141.87	93.07	97.36	96.02	98.50	32.92	29.97
8	120.89	130.40	80.48	86.25	134.38	136.56	101.62	107.86	84.80	84.09	32.84	30.56
9	135.39	148.71	80.05	84.94	118.27	120.70	110.47	117.81	48.30	49.11	27.92	24.97
注：参比方法为傅立叶变换红外光谱法、系统的标干值根据实测值与参比仪器测量同时间段废气湿度值计算。												

附表 15-3 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m^3

型号 3												
组次	第 1 组		第 2 组		第 3 组		第 4 组		第 5 组		第 6 组	
数据对	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统
1	100.25	58.63	52.29	39.40	148.73	116.26	100.21	79.65	116.28	82.44	51.74	37.54
2	123.38	60.25	54.23	35.04	141.98	104.72	95.06	68.18	84.28	59.65	50.64	33.73
3	128.89	79.70	71.16	34.10	131.95	99.61	95.69	67.97	90.79	62.36	47.82	32.71
4	109.85	70.33	103.81	65.58	119.56	88.98	105.69	76.75	94.07	65.62	39.25	29.22
5	110.18	63.86	90.37	65.46	121.69	89.60	103.24	79.14	89.65	63.90	44.09	25.55
6	126.05	73.20	78.67	57.89	131.95	92.51	98.77	78.27	100.61	69.73	35.12	26.57
7	126.49	73.87	78.47	49.84	136.21	102.05	93.07	68.81	96.02	72.38	32.92	21.50
8	120.89	74.95	80.48	52.33	134.38	103.62	101.62	73.17	84.80	62.00	32.84	20.86
9	135.39	74.64	80.05	52.85	118.27	93.95	110.47	80.05	48.30	35.46	27.92	18.87
注: 参比方法为傅立叶变换红外光谱法、系统的标干值根据实测值与参比仪器测量同时时间段废气湿度值计算。												

附表 15-4 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m³

型号 4																
组次	第 1 组		第 2 组		第 3 组		第 4 组		第 5 组		第 6 组		第 7 组		第 8 组	
数据对	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统
1	3.00	1.41	1.54	1.17	16.89	14.92	11.35	10.94	11.38	11.49	13.54	13.53	21.06	19.41	23.72	20.75
2	2.89	1.49	1.54	1.14	22.79	19.75	11.66	11.09	11.55	11.61	13.90	13.92	21.73	19.90	24.13	21.04
3	3.01	1.50	1.11	1.13	27.97	22.56	11.64	11.06	11.54	11.76	14.13	14.48	22.34	19.97	24.91	21.27
4	2.73	1.38	1.36	1.20	29.88	22.72	11.46	10.99	11.44	12.00	15.71	15.54	22.30	19.92	24.92	21.08
5	2.81	1.29	1.33	1.23	30.86	22.60	11.75	10.94	11.63	12.01	16.96	16.21	22.46	20.17	24.35	20.77
6	2.33	0.72	1.33	1.17	30.41	23.02	11.77	10.87	11.84	12.01	17.25	16.58	23.10	20.79	23.61	20.54
7	1.33	1.42	1.10	1.11	30.78	24.13	11.38	10.94	11.97	12.02	17.91	16.82	24.04	21.22	23.28	20.63
8	0.65	1.41	1.03	1.08	32.09	25.58	11.17	11.08	11.98	12.06	17.97	17.15	24.40	21.26	24.25	20.78
9	0.34	1.32	0.90	1.08	33.78	26.57	11.56	11.27	11.54	12.22	18.84	17.83	24.37	21.00	24.28	20.35
注: 参比方法为可调谐激光光谱法、系统的标干值根据实测值与参比仪器测量同时间段废气湿度值计算。																

附表 15-5 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m³

型号 5																
组次	第 1 组		第 2 组		第 3 组		第 4 组		第 5 组		第 6 组		第 7 组		第 8 组	
数据对	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统
1	3.00	2.64	1.54	2.46	16.89	5.57	11.35	8.17	11.38	8.43	13.54	9.65	21.06	12.84	23.72	14.38
2	2.89	2.54	1.54	2.46	22.79	8.00	11.66	8.02	11.55	8.50	13.90	9.94	21.73	13.11	24.13	14.30
3	3.01	2.53	1.11	2.51	27.97	10.50	11.64	8.56	11.54	8.44	14.13	9.93	22.34	13.49	24.91	14.77
4	2.73	2.62	1.36	2.38	29.88	11.84	11.46	8.56	11.44	8.50	15.71	10.65	22.30	13.78	24.92	14.47
5	2.81	2.61	1.33	2.36	30.86	12.46	11.75	8.51	11.63	8.90	16.96	11.13	22.46	13.42	24.35	14.50
6	2.33	2.63	1.33	2.49	30.41	12.38	11.77	8.59	11.84	8.86	17.25	11.60	23.10	13.74	23.61	14.62
7	1.33	2.65	1.10	2.49	30.78	13.59	11.38	8.20	11.97	8.91	17.91	11.77	24.04	14.37	23.28	14.31
8	0.65	2.52	1.03	2.48	32.09	14.41	11.17	8.03	11.98	8.95	17.97	11.88	24.40	14.73	24.25	14.37
9	0.34	2.47	0.90	2.48	33.78	15.73	11.56	8.28	11.54	8.95	18.84	11.81	24.37	14.61	24.28	14.65
注: 参比方法为可调谐激光光谱法、系统标干值根据实测值与参比仪器测量同时间段废气湿度值计算。																

附表 15-6 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m³

型号 6																		
组次	第 1 组		第 2 组		第 3 组		第 4 组		第 5 组		第 6 组		第 7 组		第 8 组		第 9 组	
数据 对	参比 方法	系统	参比 方法 ⁽²⁾	系统 ⁽²⁾	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统
1	14.61	12.55	9.39	11.08	11.17	13.87	13.78	10.17	11.64	9.91	15.10	13.31	17.66	16.06	19.48	16.78	29.73	23.93
2	13.29	12.19	9.97	11.67	10.93	13.69	13.36	9.66	10.64	9.89	16.58	14.70	17.17	15.35	19.94	17.09	30.39	25.83
3	11.74	11.61	9.63	11.66	10.23	13.28	13.21	9.77	11.18	10.16	17.15	15.35	18.30	15.64	20.51	17.61	29.83	26.18
4	12.35	12.06	9.75	11.72	9.64	12.64	13.56	10.49	12.16	10.18	17.48	15.61	19.09	16.55	21.61	17.79	29.13	25.47
5	11.90	12.65	9.42	11.81	9.74	12.64	13.05	10.68	12.87	11.08	17.52	15.71	18.83	16.61	23.82	21.26	28.53	25.06
6	11.35	12.37	9.63	11.92	10.38	13.60	12.10	10.33	14.28	12.53	17.50	15.36	18.25	16.23	26.69	22.48	29.25	24.67
7	10.43	12.04	9.52	11.72	11.04	14.31	11.92	10.09	14.46	13.10	18.70	16.12	17.68	15.86	27.03	22.13	30.39	25.15
8	10.30	11.70	9.64	12.29	10.69	14.37	11.45	9.43	14.30	13.26	18.69	17.25	18.01	15.14	27.92	22.08	32.45	27.01
9	9.45	10.99	10.59	13.58	10.62	14.14	11.34	9.38	14.38	13.23	18.61	17.11	18.87	15.57	27.85	21.82	32.74	27.82
注: 参比方法为可调谐激光光谱法。																		

附表 15-7 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m^3

型号 8																				
组次	第 1 组		第 2 组		第 3 组		第 4 组		第 5 组		第 6 组		第 7 组		第 8 组		第 9 组		第 10 组	
数据 对	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统	参比 方法	系统
1	5.82	5.02	8.67	6.70	9.81	7.48	10.44	7.66	6.61	5.78	16.34	12.62	24.11	18.90	34.43	28.58	34.22	28.12	39.78	32.96
2	5.92	5.04	8.94	6.88	9.60	7.60	10.97	9.11	6.62	5.32	18.19	13.20	24.62	19.56	33.84	28.68	34.67	28.24	37.98	32.94
3	5.87	4.96	8.57	6.90	9.12	7.44	11.28	8.24	7.01	5.34	18.72	13.86	24.61	19.90	33.28	27.96	35.21	28.56	37.41	31.76
4	5.87	4.96	8.36	6.52	9.20	7.26	9.88	8.18	6.93	5.48	19.38	14.54	25.46	20.06	34.07	27.86	35.47	28.82	36.97	30.92
5	6.01	4.98	8.69	6.60	9.69	7.54	8.82	7.82	7.02	5.46	19.66	15.06	25.46	20.46	34.97	28.48	35.63	28.92	37.88	31.22
6	6.11	4.90	8.70	6.60	10.32	8.21	8.36	7.32	6.72	5.32	19.54	15.26	25.92	20.34	34.65	28.96	36.98	29.72	38.92	31.50
7	6.14	4.96	8.92	6.66	10.20	7.70	7.88	7.00	7.09	5.32	20.14	15.48	27.78	21.26	35.08	29.22	36.87	30.32	40.32	32.16
8	6.39	5.04	9.58	6.98	9.99	7.72	7.53	6.68	7.20	5.28	21.49	16.10	28.06	22.04	34.37	29.44	37.42	30.72	41.17	32.98
9	6.73	5.22	9.67	7.26	10.36	7.72	6.85	6.22	7.07	5.32	21.75	16.96	28.26	22.62	33.93	28.84	39.10	31.94	41.83	33.48
注: 参比方法为傅立叶变换红外光谱法。																				

附表 15-8 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m³

型号 8																				
组次	第 11 组		第 12 组		第 13 组		第 14 组		第 15 组		第 16 组		第 17 组		第 18 组		第 19 组		第 20 组	
数据对	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统	参比方法	系统
1	42.75	35.28	36.78	31.96	4.41	7.73	14.05	9.45	19.86	14.42	37.54	28.27	48.97	43.30	56.92	48.67	67.68	56.68	65.39	55.30
2	44.38	36.00	36.04	30.38	5.06	6.94	15.15	10.81	21.99	15.27	39.82	30.54	46.46	41.76	56.86	48.21	68.46	57.70	68.52	56.66
3	45.80	37.30	37.13	29.40	6.19	6.68	15.36	11.63	22.88	16.26	43.54	33.30	45.31	39.87	57.35	48.10	67.31	57.83	76.22	59.82
4	45.19	38.56	39.96	30.24	7.22	6.45	15.66	11.96	23.91	17.51	46.00	35.73	44.85	38.06	58.05	48.09	66.97	56.90	84.70	66.44
5	44.12	37.88	41.18	32.12	8.06	6.58	16.15	12.43	25.75	19.12	48.02	37.78	45.61	37.56	59.13	48.93	65.06	56.22	88.92	72.54
6	44.25	37.00	42.35	33.94	8.56	6.56	16.57	12.53	27.49	20.31	49.15	39.90	46.30	37.87	62.12	50.94	63.65	55.20	87.92	75.65
7	44.31	37.10	43.38	35.26	9.39	6.65	18.24	12.96	29.05	21.52	49.60	40.55	48.79	39.14	63.83	52.69	63.64	54.17	81.32	73.02
8	42.74	36.86	45.34	36.08	10.85	7.18	17.92	13.82	33.72	24.13	51.38	41.66	53.91	41.94	64.87	55.30	63.62	53.93	71.02	67.35
9	40.20	35.34	45.56	42.03	12.57	8.22	17.89	14.05	35.85	26.61	52.31	43.72	58.01	46.01	66.36	56.42	64.15	54.30	65.17	61.29
注: 参比方法为傅立叶变换红外光谱法。																				

附表 15-9 正确度比对验证原始数据表

单位: mg/m^3

型号 10				
组次	第 1 组		第 2 组	
数据对	参比方法	系统	参比方法	系统
1	20.08	8.78	21.60	9.19
2	19.38	8.42	19.05	8.15
3	18.50	8.11	17.69	7.69
4	18.06	7.80	17.78	7.84
5	17.54	7.72	18.57	7.85
6	17.39	7.78	17.09	7.24
7	18.38	8.32	15.79	6.63
8	21.11	9.27	14.66	6.08
9	21.22	9.29	13.46	5.74
注: 参比方法为傅立叶变换红外光谱法、系统的标干值根据实测值与参比仪器测量同时间段废气湿度值计算。				