

附件5

《环境空气非甲烷总烃自动监测技术规范
(征求意见稿)》
编制说明

《环境空气非甲烷总烃自动监测技术规范》
标准编制组
二〇二五年十月

项目名称：环境空气非甲烷总烃自动监测技术规范

项目统一编号：2021-24

承担单位：中国环境监测总站、上海市环境监测中心、上海市化工
环境保护监测站

编制组主要成员：柴文轩、杨勇、梁思远、唐桂刚、孙毅、贾英、
王颖、童虓、赵月、张杨

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：董明丽

目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 1 项目背景 | 1 |
| 1.1 任务来源 | 1 |
| 1.2 工作过程 | 1 |
| 2 标准制订的必要性分析 | 3 |
| 2.1 非甲烷总烃的环境危害 | 3 |
| 2.2 相关生态环境标准和生态环境管理工作的需要 | 4 |
| 2.3 相关法律法规要求 | 7 |
| 3 国内外相关标准研究 | 7 |
| 3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究 | 7 |
| 3.2 国内相关标准研究 | 11 |
| 3.3 文献资料研究 | 17 |
| 3.4 与本标准的关系 | 18 |
| 4 标准制订的基本原则和技术路线 | 19 |
| 4.1 标准制订的基本原则 | 19 |
| 4.2 标准制订的技术路线 | 20 |
| 5 方法研究报告 | 21 |
| 5.1 适用范围的确定 | 21 |
| 5.2 规范性引用文件 | 21 |
| 5.3 术语与定义 | 21 |
| 5.4 方法原理与系统组成 | 21 |
| 5.5 技术性能要求 | 22 |
| 5.6 安装、调试、试运行与验收 | 22 |
| 5.7 日常运行维护要求 | 29 |
| 5.8 质量保证和质量控制 | 34 |
| 5.9 数据审核和处理 | 61 |
| 6 与开题报告的差异说明 | 62 |
| 7 标准征求意见稿技术审查情况 | 62 |
| 8 标准实施建议 | 63 |
| 9 参考文献 | 63 |

《环境空气非甲烷总烃自动监测技术规范（征求意见稿）》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

根据《关于开展2021年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2021〕312号），按照《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环规法规〔2020〕4号）的有关要求，生态环境部下达了编制“环境空气非甲烷总烃连续监测系统运行及质控技术规范”的项目计划，项目编号为2021-24。

标准制订项目的承担单位为中国环境监测总站，协作单位为上海市环境监测中心、上海市化工环境保护监测站。

1.2 工作过程

任务下达后，中国环境监测总站和上海市环境监测中心、上海市化工环境保护监测站组织了《环境空气非甲烷总烃连续监测系统运行及质控技术规范》（建议稿）编制组，先后进行了国内外相关文献调研、规范框架结构确定、实验研究、标准草案和编制说明撰写等工作，2021年形成技术规范初稿。

1.2.1 成立标准编制组

2021年7月，按照任务书的要求，中国环境监测总站作为项目承担单位，与协作单位上海市环境监测中心、上海市化工环境保护监测站有关人员联合组成了标准编制组（以下简称“编制组”）。编制组由多年从事环境空气自动监测工作、具有丰富研究经验的人员组成。

1.2.2 查询国内外相关标准和文献资料

2021年9月～10月，根据原环保部《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）和《国家环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565）的相关规定，首先查阅非甲烷总烃理化性质和污染来源和环境危害，了解其主要的理化性质和污染特点，然后调研国内外相关标准和文献资料，以及国内外环境空气非甲烷总烃监测的最新研究进展，总结方法原理、技术指标及检测方法、运维质控技术要求等。调研市场上的主流仪器，多数采用气相色谱-氢火焰离子化检测法（GC-FID），测量方式包括直接法和差减法两类，其中直接法适用于环境空气背景浓度监测，差减法则广泛应用于厂界及无组织排放监测场景。

通过品牌产品的技术性能调研，发现现有设备在检出限、重复性、数据准确性和运行稳定性等方面存在差异。经分析和讨论，确定了标准制订原则和技术路线。

1.2.3 编制完成标准草案

2021年11月～2022年9月，编制组基于标准及文献调研，以及对不同原理的方法和监测

工作需求的广泛、深入研究，根据《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环规法规〔2020〕4号）、《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168）等相关要求，完成了标准草案及编制说明。同时提出了标准制订的技术路线及研究内容。研究内容主要包括：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、系统的原理和组成、安装、调试、试运行与验收、日常运行维护要求、系统质量控制要求、系统质量保证要求、数据审核和处理、结果计算与表示等。

1.2.4 开展召开标准草案站内预审会

2022年9月，总站科技处组织召开标准草案的站内审议会，通过了专家审议，并提出以下意见：

- 1) 规范名称与内容匹配度不高，建议做好与环境空气非甲烷总烃自动监测相关标准的衔接，确认是否聚焦“运行及质控”部分；
- 2) 中心计算机室设置可酌情缩减或优化表述；
- 3) 按照HJ 168和HJ 565要求，对标准文本及编制说明进行进一步修改完善。

会后经生态环境部监测司和环境标准研究所的审核把关，编制组对文本和编制说明内容进行多次修改。

1.2.5 召开开题论证会

2025年2月，生态环境部监测司组织召开开题论证会，通过了专家审议，并提出以下意见：包括进一步完善术语和定义，加强与环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法标准的衔接；细化运维要求，明确列出关键耗材和更换周期；规范引用标准，增强适用性和验收指标的合理性；同时确认标准名称调整为《环境空气非甲烷总烃自动监测技术规范》，更好反映标准技术内容与适用方向。

针对专家意见，编制组逐条梳理并研究，修改和补充了术语、运维内容、质控要求及相关技术条款，完善了标准的数据处理、验收指标及附录内容。

1.2.6 完成标准征求意见稿会前专家函审

经生态环境部监测司和环境标准研究所的审核把关，编制组对文本和编制说明内容进行多次修改。2025年9月完成征求意见稿技术审查会的会前专家函审，并根据函审意见进行修改。

1.2.7 召开征求意见稿技术审查会

2025年9月26日，生态环境部生态监测司组织召开了标准征求意见稿的技术审查会。专家组听取了标准主编单位所做的标准文本和编制说明的内容介绍，经过质询、讨论，形成以下审查意见：

- 一、标准编制单位提供的材料齐全、内容完整；
- 二、标准编制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。

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) 进一步完善术语定义表述;
- (2) 进一步优化安装、调试、运行、维护、质量保证和质量控制的内容及相关技术指标要求;
- (3) 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。

2025年10月，编制组按照专家意见，对标准文本内容进行了详细的修改，另外对编制说明内容进行相应调整。

2 标准制订的必要性分析

2.1 非甲烷总烃的环境危害

(1) 非甲烷总烃的基本性质

非甲烷总烃（Nonmethane Hydrocarbons, NMHC）通常是指除甲烷以外的所有可挥发的碳氢化合物及其衍生物^[1]。总烃是指在实验条件下，用氢火焰离子化检测器所测得的气态碳氢化合物及其衍生物的总量；其减去甲烷部分，即为非甲烷总烃^[2-3]。《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》(HJ 604)中非甲烷总烃的定义是：在标准规定的测定条件下，从总烃中扣除甲烷后其他气态有机化合物的总和（除非另有说明，结果以碳计）。在环境监测实践中可发现非甲烷总烃除了含有碳氢化合物外，还包括醇、醛、酸、酯、酮等碳氢化合物衍生物，以及C₈以上挥发性有机物质^[4-5]。非甲烷总烃有较强的光化学活性，是形成光化学烟雾的前体物。

非甲烷总烃是环境监测领域常用的指标，多用作指示空气和废气中有机污染的综合指标。非甲烷总烃的测定范围是一大类混合物，而不是某一种具体污染物，其组成与当地的污染源类型以及气象条件密切相关^[6-7]。

(2) 非甲烷总烃的来源

非甲烷总烃的来源一般可分为自然源和人为源。

自然源主要包括生物排放（如海洋、土壤微生物、植被等）和非生物排放（如草原大火、地球运动或森林等）。生物排放中的森林等植被释放的非甲烷总烃是最主要的天然源。世界上每年65%以上的非甲烷挥发性有机物来源于植物排放，主要为异戊二烯、单萜类、倍半萜类、醇类和酮类等物质^[8]。

在城市地区，挥发性有机物主要来自于人为源的排放。人为源的情况非常复杂，大致可分为固定源、流动源和无组织源三大类。固定源包括废弃物燃烧、化石燃料燃烧、溶剂使用、转运和石油存储、工业过程等；流动源包括轮船、机动车等交通工具以及非道路发动机排放^[9]；无组织源包括溶剂挥发、生物质燃烧等。其中，化石燃料燃烧和机动车排放是最主要的人为源^[10]。

(3) 非甲烷总烃的危害

非甲烷总烃是一个综合指标，是一大类物质的合集，不同时间地点的非甲烷总烃具体组成不尽相同，各化合物之间的复合作用不明，因此对人体健康的影响也有所差异。大体的危害如下：影响中枢神经系统，出现头晕、头痛、无力、胸闷等症状；感觉性刺激，嗅味不舒适，刺激上呼吸道及皮肤；影响消化系统，导致食欲不振、恶心等；局部组织炎症

反应、过敏反应、神经毒性作用；引起机体免疫水平失调，严重时可损伤肝脏和造血系统，出现变态反应等^[11-12]。

非甲烷总烃对大气环境具有重要影响。非甲烷总烃是大气中生成二次污染物臭氧和PM_{2.5}的重要前体物，导致城市光化学烟雾、灰霾等大气复合污染问题^[13]。主要体现在以下两个方面：1) 参与光化学烟雾反应，形成臭氧、过氧乙酰硝酸酯等；2) 参与大气中二次气溶胶的形成，形成的二次气溶胶多在细颗粒物范围，不易沉降，能较长时间滞留于大气中，显著降低大气能见度，在京津冀、长三角、珠三角、成渝地区等经济发达区域尤为突出^[14-15]。此外，NMHC对全球气候变化也有一定影响，其与氢氧自由基的反应影响了大气中臭氧的生成和分解过程，从而改变了对流层的化学平衡，间接加剧温室效应。

综上所述，为了减少人体危害和环境空气污染，对人为活动产生的非甲烷总烃进行管理十分必要。

2.2 相关生态环境标准和生态环境管理工作的需要

2.2.1 环境质量标准对非甲烷总烃项目监测要求

十三五以来，随着PM_{2.5}和臭氧协同管控的要求，对环境空气挥发性有机物（VOCs）和非甲烷总烃的监测和管控的管理需求越来越多。

在环境空气质量监测方面，我国目前尚未在《环境空气质量标准》（GB 3095）中规定非甲烷总烃的限值，河北省地方标准《环境空气质量非甲烷总烃限值》（DB 13/1577）规定非甲烷总烃的一级、二级标准限值（标准状态下小时均值）分别为1.0 mg/m³、2.0 mg/m³，对应于《环境空气质量标准》（GB 3095）中的一类区和二类区。

在无组织排放监控方面，1996年发布的《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）中对非甲烷总烃最高允许排放浓度、排放速率、无组织排放监控浓度做了详细规定，规定非甲烷总烃浓度限值为5 mg/m³（约相当于9.3 μmol/mol）；在《储油库大气污染物排放标准》（GB 20950）、《加油站大气污染物排放标准》（GB 20952）、《炼焦化学工业污染物排放标准》（GB 16171）、《橡胶制品工业污染物排放标准》（GB 27632）、《电池工业污染物排放标准》（GB 30484）、《轧钢工业大气污染物排放标准》（GB 28665）中也有相关规定。另外，2018年发布的上海市地方标准《大气污染物综合排放标准》（DB 31/933）中也规定了非甲烷总烃的环境管理要求，规定非甲烷总烃浓度限值为4 mg/m³（约相当于7.5 μmol/mol）。对于无组织和企业厂界非甲烷总烃的限值要求，国家大气污染物综合排放标准、地方大气污染物综合排放标准和国家行业污染物排放标准均对其排放浓度限值进行规定，所涉及的污染物排放标准和浓度限值见表1。

表1 国内污染物排放标准对非甲烷总烃浓度的限值要求

| 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 无组织排放限值 (mg/m ³) |
|-------|-----------------|---------------|-------|------------------------------|
| 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有污染源 | 5 |
| | | | 新污染源 | 4 |
| | 挥发性有机物无组织排放控制标准 | GB 37822-2019 | 厂区内 | 10 (1h 平均) |
| | 电池工业污染物排放标准 | GB 30484- | 企业边界 | 2 |

| | | | | |
|----|----------------------|-----------------|---------|--------------|
| | | 2013 | | |
| | 加油站大气污染物排放标准 | GB 20952-2020 | 企业边界 | 4 |
| | 橡胶制品工业污染物排放标准 | GB 27632-2011 | / | 4 |
| | 涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准 | GB 37824-2019 | 厂区内 | 10 (1h 平均) |
| | 轧钢工业大气污染物排放标准 | GB 28665-2012 | 涂层机组 | 4 |
| | 制药工业大气污染物排放标准 | GB 37823-2019 | 厂区内 | 10 (1h 平均) |
| | 炼焦化学工业大气污染物排放标准 | GB 16171.1-2024 | 厂区内 | 6 (1h 平均) |
| | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | 企业边界 | 4 |
| 河北 | 环境空气质量 非甲烷总烃限值 | DB 13/1577-2012 | 一级标准 | 1 |
| | | | 二级标准 | 2 |
| 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB 31/933-2015 | / | 4 |
| 江苏 | 大气污染物综合排放标准 | DB32/4041-2021 | / | 4 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11/501-2017 | / | 1 |
| 广东 | 固定污染源挥发性有机物综合排放标准 | DB 44/2367-2022 | 厂区内无组织 | 6 (1h 平均) |
| | | | | 20 (任意一次浓度值) |
| | 大气污染物排放限值 | DB 44/27-2001 | 第 I 时段 | 5 |
| | | | 第 II 时段 | 4 |

2. 2. 2 生态环境管理重点工作涉及的非甲烷总烃监测要求

在我国社会经济的快速发展期间，环境污染问题成为人们关注的焦点与话题，也成为人民幸福指数的重要指标。由于人为排放，环境空气中挥发性有机物含量有所增长，如对每种化合物进行定性、定量分析，则耗时长、成本高，而通过测定非甲烷总烃的含量指示环境空气中挥发性有机物情况，则是很好的替代方案。环保监测体系在完善过程中，需要针对不同区域的实际情况，布设监测点，及时了解当地的污染情况，加强对污染企业的管控，降低对环境产生的污染；而通过非甲烷总烃自动监测系统，将科技引入环保工作中，有利于加强环境监测的可靠性，及时了解环境污染问题，在网格化环境监测过程中，能有针对性地开展环保工作。

2010年国务院转发的《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》中，首次正式将挥发性有机物（VOCs）列为继SO₂、NO₂和PM₁₀之后拟重点防控的大气污染物^[16]。2012年底出台的我国首部综合性大气污染防治规划《重点区域大气污染防治“十二五”规划》中，首次明确提出要控制挥发性有机污染物，指明在石化行业进行VOCs排放监测和推进VOCs在线自动监测系统建设的政策方向^[17-18]。

2012年3月，原环境保护部印发《关于加强环境空气质量监测能力建设的意见》，要求各地充分认识环境空气质量监测能力建设的重要性和紧迫性，加强城市环境空气自动监测系统能力建设。各省、地市级监测站及环境空气监测点位，应建立健全数据传输与网络

化监控平台，进一步加强各省区城市空气自动监测的质量控制。加强区域环境空气监测系统能力建设，加强中国环境监测总站环境空气监测能力建设，抓紧完善国家空气背景监测重点实验室的立体监测、区域预警平台以及数据实时传输及发布系统等基础支撑体系。

同时，在“绿水青山就是金山银山”的倡导下，非甲烷总烃自动监测系统的出现意味着环保事业进入了科技引领阶段，也是我国迈向环境友好型发展阶段的重要一步。利用非甲烷总烃自动监测系统具有重要的生态效益，得益于其在 VOCs 监测中的效果，可以及时发现污染物，并及时针对监测结果，制定可行的应对方案予以处理，确保环保工作开展的整体效果^[19]。

2021 年 11 月 2 日，中共中央、国务院发布了《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，意见指出要着力打好臭氧污染防治攻坚战。聚焦夏秋季臭氧污染，大力推进挥发性有机物和氮氧化物协同减排。到 2025 年，挥发性有机物、氮氧化物排放总量比 2020 年分别下降 10% 以上。建立完善现代化生态环境监测体系，构建政府主导、部门协同、企业履责、社会参与、公众监督的生态环境监测格局，建立健全基于现代感知技术和大数据技术的生态环境监测网络，优化监测站网布局，实现环境质量、生态质量、污染源监测全覆盖。提升国家、区域流域海域和地方生态环境监测基础能力，补齐细颗粒物和臭氧协同控制、水生态环境、温室气体排放等监测短板，加强监测质量监督检查，确保数据真实、准确、全面。因此，环境空气非甲烷总烃自动监测系统相关的标准亟须建立并完善，以满足运行与管理要求。

为进一步加强环境空气质量监测的管理，中国环境监测总站总结了现有环境空气监测的相关标准，并结合当前空气质量监测技术的新发展，构建了环境空气质量监测标准体系框架。

环境空气质量监测标准体系主要包括以下五个方面的内容：

- (1) 环境空气质量监测规范
- (2) 环境空气质量监测方法标准
- (3) 环境空气质量监测仪器适用性检测技术要求
- (4) 环境空气自动监测技术规范
- (5) 环境空气手工监测技术规范

该体系以“环境空气质量监测规范”为核心，明确全国环境质量监测点位布设调整原则以及全国环境质量监测的总体设计要求；“环境空气自动监测技术规范”包括安装与验收技术规范、运行与质控技术规范、数据传输与处理技术规范。

环境空气自动监测是政府环境保护部门监测环境空气质量的重要措施，是环境保护部门进行环境管理的基础和技术支持。自动监测系统是对环境空气质量连续监测的唯一可行的技术手段。非甲烷总烃自动监测系统是时代发展的产物，也是我国环保事业发展的创新源与动力，能够为环保事业提供基础与保障，确保环保工作开展的高效性与可靠性^[20]。

随着全国空气质量改善、VOCs 污染减排或监控的需求提升，各地方环保部门已经安装了部分环境空气非甲烷总烃自动监测系统。在现场调研中发现，目前环境空气自动监测系统一直是环保工作开展的重点与难点，在实际操作过程中由于监测质量较低，无法为环保工作的开展提供可靠参考。为满足公众和政府对环境空气质量服务和管理的需要，需要制

定非甲烷总烃自动监测系统技术规范，用以规范国家环境质量监测网中的非甲烷总烃仪器设备的运行、维护和质量保证和质量控制质控工作。

2.3 相关法律法规要求

《中华人民共和国环境保护法》第十七条规定“国家建立、健全环境监测制度。国务院环境保护主管部门制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，统一规划国家环境质量监测站（点）的设置，建立监测数据共享机制，加强对环境监测的管理”；第三十二条规定“国家加强对大气、水、土壤等的保护，建立和完善相应的调查、监测、评估和修复制度”。

《中华人民共和国大气污染防治法》第二十三条规定“国务院生态环境主管部门负责制定大气环境质量和大气污染源的监测和评价规范，组织建设与管理全国大气环境质量和大气污染源监测网，组织开展大气环境质量和大气污染源监测，统一发布全国大气环境质量状况信息”。根据国务院审议通过的《生态环境监测条例》（中华人民共和国国务院令 第820号）第四条“国家建立健全生态环境监测制度，完善生态环境监测规范和标准。开展生态环境监测应当遵守生态环境监测规范和标准。”

因此，为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》《生态环境监测条例》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范环境空气中非甲烷总烃的自动监测技术要求和运行维护要求，保证监测数据的准确性、可比性和有效性，有必要开展《环境空气非甲烷总烃自动监测技术规范》的标准制订。

3 国内外相关标准研究

3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

3.1.1 国外相关标准研究

国外对环境空气气态污染物自动监测系统的运行与质控已形成了较为完善规范体系，其中美国在EPA cfr40 part 58《空气污染监测系统运行质量手册》（U.S. EPA Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II，40CFR part58 appendix E）中已对环境空气气态污染监测系统质量控制部分进行了详细描述，欧盟BS EN 14626-2005、BS EN 14211-2005等方法标准中对单台气态污染物仪器设备进行了规范，对本次标准的制订有较好的借鉴意义。

美国在环境空气监测方面已建立起较为完善的法规与技术体系，相继制定了《环境空气监测规则》（40 CFR parts 53-58 revision to ambient air monitoring regulations; final rule (2006)）、《美国州、区域、部落环境空气监测策略》（ambient air monitoring strategy for state, local, and tribal air agencies (2008)）、《空气监测体系质量保证手册》（Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Volume II (2008)）《联邦40号法规第50部分，国家环境空气质量一级标准和二级标准》（40 CFR PART 50—national primary and secondary ambient air quality standards）、《联邦40号法规第53部分，环境空气监测参考方法和等效方法》（40 CFR PART 53—ambient air monitoring reference and equivalent methods）、《联邦40号法规第58部分，环境空气质量监管》（40 CFR PART

58—ambient air quality surveillance) 等相关技术规范。

在20世纪70年代，美国主要使用“碳氢化合物”作为挥发性有机物管控的目标。当时认为光化学污染并非由碳氢化合物本身直接引起，而是由碳氢化合物及其衍生物与其他物质反应生成的产物（即光化学氧化剂）所引发。因此，国家环境空气质量标准规定了NMHC标准为0.24 ppm，并规定了参考方法（Reference Method）。但是在实际应用过程中发现NMHC参考方法的一些问题导致在0.24 ppm浓度水平数据有疑问，并随后EPA对NMHC参考方法做了评估（Evaluation of the EPA Reference Method for the Measurement of Non-Methane Hydrocarbons）。针对环境空气非甲烷总烃的自动监测，美国环保署在20世纪80年代制定了《环境空气非甲烷有机化合物自动分析仪校准和操作技术指导文件》（Technical Assistance Document for the Calibration and Operation of Automated Ambient Non-Methane Organic Compound Analyzers），作为制造商使用手册的补充文件，对校准、操作和维护程序提出了统一要求，同时对不同厂家分析仪的通用要求和部分特殊要求作出规定，为非甲烷总烃监测奠定了早期的技术基础。20世纪80年代，针对单项VOCs的监测研究起步，美国环保署明确了O₃是光化学氧化剂中最重要的组分。这一阶段，针对环境大气VOCs的监测标准方法相继出台，最具有代表性的即为Method TO-1至TO-17方法，仍主要以手工采样监测为主。其中TO-12方法为非甲烷总烃（NMOC）的监测方法，即通过超低温冷阱（-186℃）对空气样品进行预浓缩，再利用火焰离子化检测器（FID）测定非甲烷有机物的浓度。TO-12方法具有操作相对简便、灵敏度较高、结果稳定等优势，在这一阶段，并为臭氧控制策略和空气质量模型提供了基础数据支撑。

1990年《清洁空气法修正案》的实施对O₃及VOCs的监测与管控体系的发展具有重要的推动作用。鉴于美国城市的O₃污染一直得不到有效控制，《修正案》第182条专门针对O₃污染提出了监管要求，要求各地区加强O₃及O₃前体物氮氧化物和VOCs的监测。在此基础上，美国环境保护署于20世纪90年代启动光化学评估监测站（PAMS， Photochemical Assessment Monitoring Stations）网络建设，旨在加强对臭氧前体物的长期监测与评估。随着空气质量管理需求的深化和臭氧生成机制研究的推进，EPA在2000年代逐步推动以自动气相色谱系统为核心的VOCs组分连续监测，重点获取臭氧前体物的组分信息。然而，考虑到大气模型和数据连续性的需要，TO-12测定NMHC的方法仍被保留，与自动监测组分监测形成互补。到2015年EPA更新PAMS监测要求时，已逐渐形成了以VOCs组分监测为主、TO-12总量监测为辅的格局，即在提供高分辨率组分数据的同时，继续保留NMHC总量监测，以确保数据的连续性和完整性。另外在PAMS网络中，NMOC的数据也用于辅助数据审核，如组分数据中未知组分超过TNMOC的50%或者PAMS物种组分的加和超过了TNMOC，提示数据可能存在问题需要进行复核。

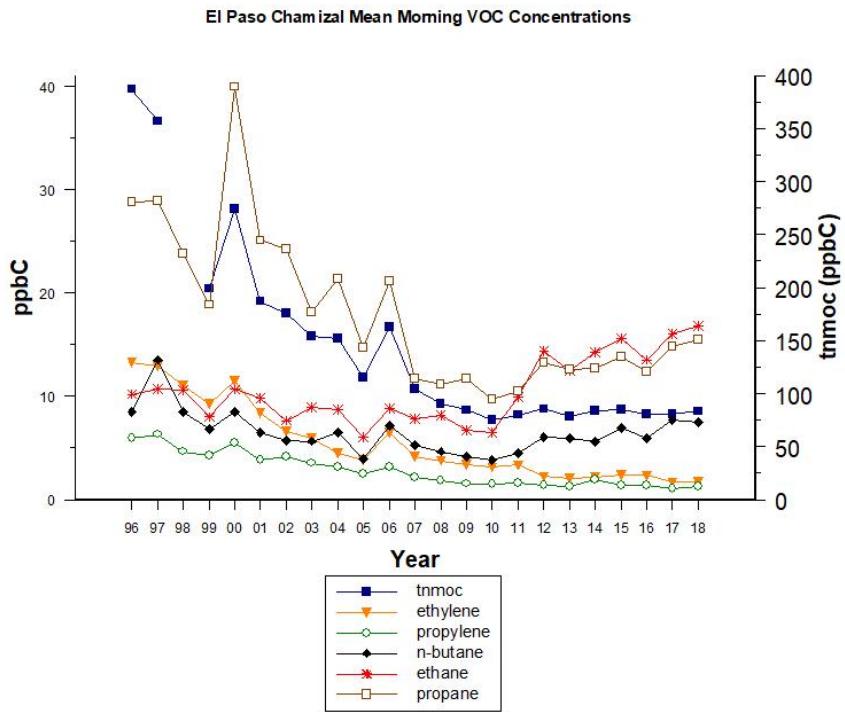


图1 某PAMS站点1996—2018年总VOCs及关键污染物浓度变化趋势

英国环境部Environment Agency制定了《环境空气监测技术指南》（Technical guidance note monitoring ambient air Environment Agency UK, May 2011）、《空气自动监测系统技术标准》（Performance Standards for Continuous Ambient Air Quality Monitoring Systems, UK 2011）、《开放光程监测系统技术标准》（Performance Standards for Open Path Ambient Air Quality Monitoring Systems using Differential Optical Absorption Spectrometry）（DOAS）等规范。

日本主要以NMHC为环境大气VOCs浓度评价指标，作为PM_{2.5}和Ox（光化学氧化剂）的前体物开展广泛的自动监测。日本出台了大气碳氢化合物（NMHC）浓度指导值：上午6时至9时NMHC 3小时平均值为0.20 μmol/molC至0.31 μmol/molC，对应臭氧的日最大小时值为0.06 μ mol/mol。这里规定大气碳氢化合物浓度指导值之所以称为指导值而非环境质量标准，是因为该指导值是为了达到臭氧的环境标准而控制碳氢化合物排放的行政目标，而不是基于碳氢化合物本身的健康影响。因此，与以往的大气污染环境质量标准在性质上有所不同，术语也有所不同。但需要注意的是，指南与环境标准一样，是行政目标，而不是监管标准。大气中碳氢化合物浓度的指导值设定了一个范围，因为环境空气中臭氧的生成受到碳氢化合物以及气象因素等多种因素的影响，因此不可能指定一个单一的指导值。为了获得推进大气保护措施等所需的基础资料，日本通过国家大气环境测量所（9处）、国家汽车交通环境测量所（9处）、根据大气污染防治法由都道府县等设置的一般环境监测站点（一般站）和汽车尾气监测站点（尾气站）对大气污染情况实施监测。部分站点还监测有环境标准的单体VOCs，每个站点的监测因子不完全一致。另外在全国5个地方，利用手工采样方法对VOCs具体组分进行分析。日本环境厅规定了直测法为环境空气非甲烷碳氢化合物的标准测定方法，差减法为其他测定方法。日本工业标准调查会制定的《大气中碳氢化

合物自动测量仪》(JIS B 7956 2006)对非甲烷总烃自动监测系统性能、运行技术要求及质控质保的操作和要求进行了说明。

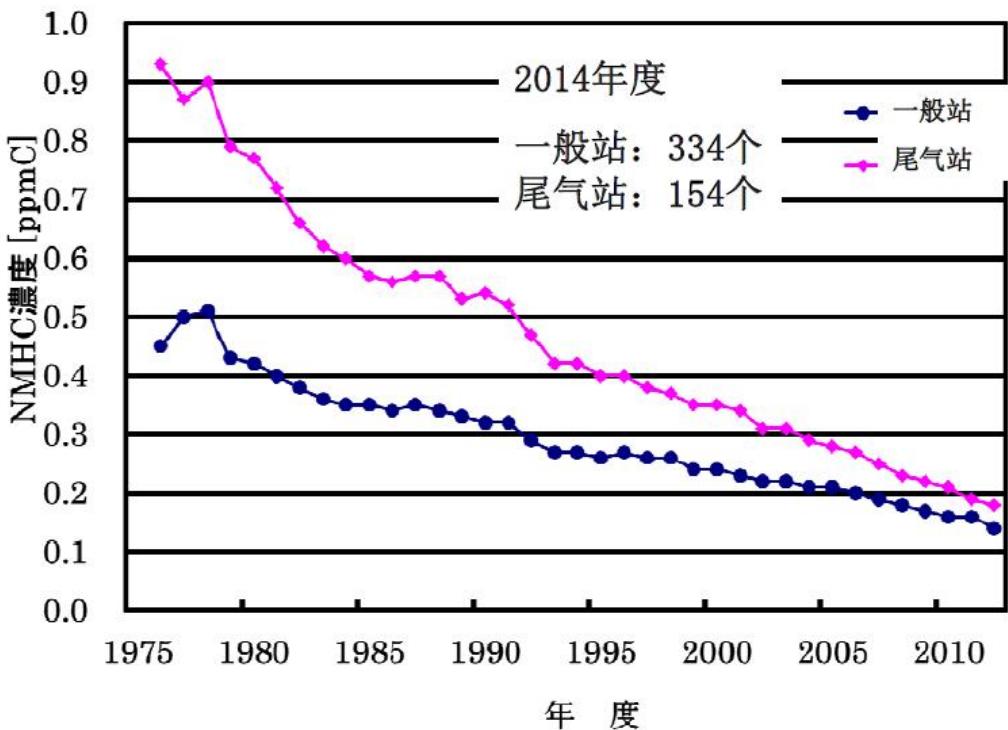


图2 1975—2014年日本环境大气NMHC浓度变化趋势

美国环境署、英国环境部和日本工业标准调查会技术规范的主要内容见表2。

表2 国外自动监测技术规范主要内容

| 发布机构 | 文件名 | 技术要求 | 质量控制要求 |
|-------------------|---|--|---|
| 美国环境署 U.S. EPA | Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II, 40CFR part58 appendix E 空气污染测量系统质量保证手册第二卷, 40CFR第58部分附录E | 对监测站进行日常检查, 主要包括: 清洁地面、机柜检查、空调维修、滤膜更换、杂草清除、房顶维护、整体清洁、采样管清洗、风机润滑、干燥剂更换、电路检查、安全检查。检查频次为每月1次。 | 在下列情况下需对监测系统进行校准: 1、初次安装; 2、更换点位; 3、可能影响校准的维修后; 4、中断运行一段时间后; 5、有故障迹象时; 6、在例行间隔内。 仪器校准主要包括零点校准和跨度校准。 仪器校准频次要综合考虑多种因素, 包括仪器本身的稳定性、当前条件(温度、压力、电压等等)、监测点位、花费和繁琐程度、测量准确度需求, 错误数据的风险等。 初次安装后, 零跨检查频率为每天或者每周3次, 仪器稳定后, 质控检查的频次要求为每2周一次。 EPA建议可采用自动校零, 但不建议进行自动跨度校准, 除 |

| 发布机构 | 文件名 | 技术要求 | 质量控制要求 |
|--|---|--|---|
| 美国环境署 U.S. EPA | Technical Assistance Document for the Calibration and Operation of Automated Ambient Non-Methane Organic Compound Analyzers 环境空气非甲烷有机化合物自动分析仪校准和操作技术指导文件 | 对环境温度控制在20℃～30℃；6个月对电子部件进行除尘。 | 非仪器漂移超限。因为频繁的校准反而会带来更大的误差。 校准曲线相关系数 ≥ 0.9996 ；零点和跨度检查（85%满量程）；新的校准曲线的斜率与最近的多点校准曲线的斜率相比 $\leq 7\%$ 。 |
| 英国环境部 Environment Agency | Performance Standards for Continuous Ambient Air Quality Monitoring Systems, UK 2011 环境空气质量连续监测系统性能标准 | 仪器维护包括预防性维护和设备检修，主要内容为： 1、检查更换滤膜；2、检查采样系统；3、检查流量；4、零点、跨度检查；5、数据采集系统检查等。 | 气态监测仪器校准主要包括：1、零点、跨度检查；2、常规两点零点跨度校准，校准频次至少两周一次；3、多点校准频次要求为初次安装后、重大维护、移动后，至少6个月一次。 |
| 日本工业标准调查会 Japanese Industrial Standards Committee | 大気中の炭化水素自動計測器 大气中碳氢化合物自动测量仪器 JIS B 7956 2006 | 性能验证：重复性、零点漂移、质控点检查、流量检查、干扰水分的影响等。 | 示值误差要求在 $\pm 4\%$ 以内；流量检查在 $\pm 3\%$ 以内；零点漂移在 $\pm 2\%$ 以内；跨度漂移在 $\pm 3\%$ 以内等。 |

上述国家都对环境空气自动监测技术进行了规定，但各个国家的空气监测运行管理体制不同，所以技术规范的侧重点与繁简程度也不尽相同。

3.2 国内相关标准研究

3.2.1 国内相关技术规范的特点及应用情况

目前，国家《环境空气质量标准》（GB 3095）中对二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、臭氧等气态污染物的自动监测方法进行了原则性要求；原国家环保总局2005年颁布的《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T 193-2005）中对上述气态污染物自动监测系统的日常维护、系统检修、标准传递、设备的校准、仪器的性能审核、数据采集频率和有效性规定等方面进行了规范。2013年颁布的《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193-2013）对《环境空气质量自动监测技术规范》部分内容进行修订，规范了气态污染物自动监测系统的安装和验收；《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统技术要求与检测方法》（HJ 654）对气态污染物连续自动监测系统的构成、性能指标要求、检测方法进行了规范，《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）对气态污染物连续自动监测系统的构成与要求、日常运行维护要求、质量保证和质量控制以及数据有效性判断等技术要求进行了规范；《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 817）对环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统的构成、日常运行维护要求、质量保证和质量控制以及数据有效性判断等技术要求进行了规定。《环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳和元素碳连续自动监测技术规范》（HJ

1327) 规定了环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 有机碳和元素碳连续自动监测系统的方法原理与系统组成、技术性能、安装、调试、试运行与验收、系统日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等技术要求。《环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子连续自动监测技术规范》(HJ 1328) 规定了环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子连续自动监测系统的方法原理与系统组成、技术性能、安装、调试、试运行与验收、系统日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断、废物处置等技术要求。《环境空气气态污染物 (氨、硫化氢) 自动监测技术规范》(HJ 1393) 规定了环境空气气态污染物 (氨、硫化氢) 自动监测系统的原理与组成、安装、调试、试运行、验收、日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等技术要求。

《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》(HJ 604) 是国内最早的环境空气非甲烷总烃监测技术标准，规定了环境空气中以及污染源无组织排放监控点空气中总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定方法，主要用于实验室离线分析。

《环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法》(HJ 1012) 规定了总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪的主要技术要求、检测项目和检测方法。而对于环境空气非甲烷总烃自动监测系统的构成、性能指标要求、检测方法、数据采集频率和有效性、质量管理与质量控制等均未有相关的标准规范发布。然而，上述标准主要针对实验室分析或便携式监测，对环境空气非甲烷总烃自动监测系统的构成、性能、检测方法、质量控制等长期在线运行要求尚未形成统一规范。

为填补这一空白，中国环境监测总站在2021年发布《环境空气非甲烷总烃连续自动监测技术规定（试行）》（总站气字〔2021〕61号）规定了环境空气中气相色谱法非甲烷总烃连续自动监测系统的安装、验收、运行、质量控制、质量保证和数据审核等。该文件仅适用于环境空气质量监测。因此，针对环境空气中较低的非甲烷总烃浓度水平，规定仪器原理为直接法，仪器的测量范围为0 μmol/mol~1 μmol/mol，分析周期≤15 min，其对仪器性能指标要求见表3。

表 3 仪器性能指标要求（总站气字〔2021〕61号）

| 检测项目 | | 技术要求 |
|---------|-------|-----------------------|
| 测量范围 | | 0 μmol/mol~1 μmol/mol |
| 方法检出限 | | ≤20 nmol/mol |
| 空白 | | ≤20 nmol/mol |
| 校准曲线 | 相关系数 | ≥0.999 |
| | 残差比值 | ±10% |
| 24 h 漂移 | 零点 | ±20 nmol/mol |
| | 20%量程 | ±5% |
| | 80%量程 | ±5% |
| 重复性 | | ≤5% |
| 准确性 | 20%量程 | ±10% |
| | 80%量程 | ±10% |

| 检测项目 | | 技术要求 |
|-----------|-----------|-----------|
| 高浓度残留 | | ≤1% |
| 多组分测定示值误差 | 烯烃（乙烯） | ≥0.60 |
| | 含氧烃（乙酸乙酯） | ≥0.60 |
| | 芳香烃（甲苯） | 0.90~1.05 |
| | 卤代烃（三氯乙烯） | 0.95~1.10 |
| | 烷烃（正十一烷） | ≥0.60 |
| 响应时间 | | ≤15 min |

中国台湾环境保护署《空气中总碳氢化合物自动检测方法》（NIEA A740.10C）中的质量控制要求有以下情形之一时，须进行多点校正：新装设或搬迁的仪器；仪器主要设备经维护后；每工作日例行之零点偏移或全幅偏移不符合时；每6个月的定期校正。多点校正：线性相关系数应大于0.995；中浓度核查：每日导入约50%全幅浓度之第二来源甲烷或丙烷标准气体，其甲烷及总碳氢化合物测量系统分析误差应小于±2%全幅。

随着国家臭氧污染防治工作的深入推进，目前很多省市已经开展了环境空气非甲烷总烃自动监测工作，但自动监测的配套技术规范尚不完善。为规范指导全国环境空气非甲烷总烃自动监测系统的运行管理，生态环境部于2025年正式发布《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1419）。该标准首次系统规定了非甲烷总烃自动监测系统的性能指标、检测原理、检测方法及质控要求，重点针对系统的测量范围、空白、检出限、精密度和响应因子等关键性能进行了量化规定，填补了国内在非甲烷总烃自动监测领域的标准空白。HJ 1419的发布标志着我国在VOCs总量监测领域从“试行技术规定”迈向“国家标准化体系”阶段，为非甲烷总烃自动监测系统的安装、运行、验收及质量管理提供了权威技术依据。

3.2.2 国内环境监测系统的装备情况

目前国内市场上已有多款环境空气非甲烷总烃自动监测系统，广泛应用于环境空气质量监测、工业排放监管和科学研究等领域。主流设备通常采用气相色谱-氢火焰离子化检测（GC-FID）涉及直接法、差减法，其它还有催化氧化法等技术，以适应不同的监测需求。随着非甲烷总烃监测设备在城市空气质量监测、重点行业排放控制和污染溯源等方面发挥着越来越重要的作用，各类监测设备的技术不断升级，如采样管加热、低温富集等功能的优化。

（1）直接法：

直接法仪器的工作过程为：环境空气以恒定的流量通过采样系统，采集一定时间的样气，将样气通过气相色谱柱进行分离，最先洗脱出来的甲烷直接导入氢火焰离子化检测器（FID）测量浓度，甲烷洗脱完成后，立即对分离管进行反吹，将剩余的非甲烷碳氢化合物导入氢火焰离子化检测器（FID）测量浓度。另外一种是为了解决非甲烷碳氢化合物低浓度准确测量问题，样品依次经过定量环和低温捕集阱，低温捕集阱对样品中的非甲烷总烃进行富集。采样完成后，定量环内样气进入甲烷柱（或催化）分离出甲烷，由氢火焰离

子化检测器（FID）检出甲烷含量；系统自动切换多通阀，加热低温捕集阱，对非甲烷总烃实现快速脱附，由氢火焰离子化检测器（FID）检出非甲烷总烃含量。

直接法仪器通过色谱柱分离或者配备富集单元，直接测量非甲烷总烃。缺点在于测量周期相对较长，在15 min以内完成1个分析周期，该类仪器更适用于环境空气质量的监测。不同厂家的仪器，在采样时间、色谱柱的选择、富集的温度控制参数和分析周期等方面各有差异。

（2）差减法：

差减法仪器的工作过程为：环境空气以恒定的流量通过采样系统，依次经过样品预处理和定量环，其中一路由甲烷柱（或催化）分离出甲烷，由氢火焰离子化检测器（FID）检出甲烷含量，另一路经由总烃柱进入氢火焰离子化检测器（FID）检出总烃含量，两者相减得到非甲烷总烃含量。差减法仪器不需要富集过程，测量周期较短，基本可实现实时测量。缺点在于空气中的甲烷浓度较高，而非甲烷浓度较低，仪器的检出能力和低浓度的测量精度相对较低。该类仪器更适用于厂界等无组织排放的监测。

（3）催化氧化-非分散红外（NDIR）法：

催化氧化法非甲烷总烃自动监测系统采用高效催化氧化技术，将气样中的非甲烷烃在催化剂作用下转化为CO₂和H₂O，再通过非分散红外（NDIR）检测器测定CO₂浓度，从而准确计算NMHC含量。该系统具有灵敏度高、抗干扰性强和响应快速等特点。目前广泛应用于化工园区、城市空气质量监测站等重点区域，为环境管理部门提供实时、精准的NMHC数据支持。但同时也存在催化剂易中毒失效、湿度和背景CO₂干扰的缺陷。

编制组调研市场上主要产品的品牌型号、原理和测试方法见表4。

表4 市场上环境空气非甲烷总烃自动监测仪器产品

| 序号 | 品牌和型号 | 原理 | 性能指标 | 测试方法 | 图示 |
|----|----------------|--------|---|------|---|
| 1 | Thermo 5900 | GC-FID | 检出限≤0.03 μmol/mol； 准确度在±10%的范围内；检测范围0~5 μmol/mol | 差减法 |  |
| 2 | 炫一 P5100 | GC-FID | 检出限≤0.01 μmol/mol | 差减法 |  |
| 3 | 天瑞 ETVOC-2000B | GC-FID | 检出限≤0.1 nmol/mol； 标点漂移限：±1%（满量程）/24 h | 差减法 |  |

| 序号 | 品牌和型号 | 原理 | 性能指标 | 测试方法 | 图示 |
|----|--------------------------|--------|---|------------|---|
| 4 | 磐諾 PGC-80 | GC-FID | 检出限≤0.02 μmol/mol; 保留时间≤0.8%; 精密度≤2% | 差减法 |  |
| 5 | 岛津VOC-3000F (NMHC FB) | GC-FID | 精密度≤1%; 零点漂移在±0.027 mg/m³/24 h; 检测范围0~15 mg/m³ | 直接法 非富集 |  |
| 6 | 海慧环境 HV-3060 | GC-FID | 检出限≤0.05 μmol/mol; 精确度≤ 2%; 零点漂移≤±2%FS/ 天; 检测范围0~100000 mg/m³ | 差减法 |  |
| 7 | Synspec Alpha-115 | GC-FID | 检出限≤0.05 μmol/mol; 精确度≤ 1%; 零点漂移≤±2%FS/ 天 | 直接法 非富集 |  |
| 8 | 谱育科技 GC3000-115 | GC-FID | 检出限≤0.05 μmol/mol; 检测范围0.05~100 μmol/mol; 精确度; 定性 精确度≤0.5%、定量 精确度≤2% | 直接法 非富集 |  |
| 9 | Thermo 55i | GC-FID | 精确度≤2%; 准确度≤ 量程的±1%; 检测范围0~5000 μmol/mol | 直接法 非富集 |  |

| 序号 | 品牌和型号 | 原理 | 性能指标 | 测试方法 | 图示 |
|----|------------------------|-----------|---|--------------|---|
| 10 | Chromatotec Chroma THC | GC-FID | 检出限≤0.05 $\mu\text{mol/mol}$ ； 测量范围0~2000 $\mu\text{mol/mol}$ ； 精确度≤2%/48h | 直接法 非富集 |  |
| 11 | Nutech N6000-C | GC-FID | 检出限≤0.07 mg/m³； 精确度≤2%； 检测范围：0.1~10000 $\mu\text{mol/mol}$ | 直接法 吸附剂富集 |  |
| 12 | 炫一 P2000 | GC-FID | 检出限≤0.07 mg/m³； 精密度≤2% | 直接法 非富集 |  |
| 13 | 东亚DKK GHC-390 | GC-FID | 检测范围：0~5000 $\mu\text{mol/mol}$ ； 精确度≤1%； 零点漂移≤±1%FS/天 | 直接法 非富集 |  |
| 14 | 恩威雅 HC51M | 催化氧化-NDIR | 检出限≤0.05 $\mu\text{mol/mol}$ ； 测量范围0~10 $\mu\text{mol/mol}$ /0~1000 $\mu\text{mol/mol}$ | 直接法 催化氧化法 |  |
| 15 | 雪迪龙AQMS-900VII | GC-FID | 检出限≤20 nmol/mol | 直接法 |  |
| 16 | 磐诺 PN-VOCs I和II型 | GC-FID | 测量范围 0~5 $\mu\text{mol/mol}$ | 直接法 非富集 |  |

| 序号 | 品牌和型号 | 原理 | 性能指标 | 测试方法 | 图示 |
|----|------------------|--------|---|--------------|---|
| 17 | 谱育 710F | GC-FID | 检出限≤10 nmol/mol | 直接法 吸附剂富集 |  |
| 18 | 赛默飞世尔 5900-A6 | GC-FID | 检出限≤10 nmol/mol 测量范围: 0-5000 nmol/mol | 直接法 吸附剂富集 |  |
| 19 | 赛默飞世尔 5900-A3 | GC-FID | 检出限≤30 nmol/mol | 差减法 |  |
| 20 | 朋环测控 phck6800 | GC-FID | 检出限≤20 nmol/mol | 直接法 低温富集 |  |
| 21 | 盈峰科技 YF-NMHC | GC-FID | 检出限≤10 nmol/mol | 直接法 |  |

3.3 文献资料研究

国内外文献研究表明，环境空气非甲烷总烃自动监测系统运行的稳定性和监测数据的高质量依赖于完善的质量保证与质量控制体系以及规范化的运行维护管理。国际上多项研究对气相色谱-火焰离子化检测连续监测系统开展了长期在线观测评估，结果显示系统在持续运行中，捕集阱吸附性能衰减、气路污染、色谱柱老化及载气纯度波动等因素均会对测

量结果产生影响，因此需通过定期开展空白测试、零点气和跨度核查、富集效率验证、系统残留等质控措施来确保数据的准确性^[21-22]。研究还指出，在低浓度背景下，系统残留和基线波动是影响监测数据的主要干扰因素，特别是在高温高湿环境中更加显著，需重点加强对色谱基线状态和捕集阱反吹效率的核查^[23-25]。

国内研究多聚焦于仪器运行参数对测量结果的影响、不同监测原理系统的性能比较以及监测数据与臭氧生成潜势之间的关联分析。有研究指出，富集-预浓缩类系统在运行周期内对中长碳链组分的回收率易下降，而直接进样类系统则更易受气路洁净度和气溶胶吸附影响，因此加强富集效率验证、系统反吹及气路洁净维护是确保量值可比性的关键^[26]。此外，多项区域臭氧污染成因研究显示，NMHC数据不准确可能导致光化学模型模拟偏差及 VOCs 控制策略误判，从而影响污染防治决策，进一步强调了 NMHC 数据质量控制的必要性^[28-29]。自动监测系统运行维护经验和现场验证研究指出，泵膜、过滤器、捕集阱、色谱柱及气体净化装置等易损部件的定期更换、质量流量控制器精度校验以及运行日志和维护记录的规范化管理，对保持系统高在线率和数据有效率具有决定性作用^[26]。

综上，现有国内外研究普遍关注非甲烷总烃自动监测系统在长期运行过程中的基线稳定性、富集效率、系统残留、关键部件维护及质控程序执行一致性等问题直接关系到数据的准确性与可比性。本标准正是基于上述研究共识，结合我国环境空气监测网运行实践，对非甲烷总烃自动监测系统的安装、调试、试运行与验收、质量保证和质量控制、数据审核与处理等环节进行了系统规范，旨在提高监测数据的可追溯性、代表性和长期稳定性，强化监测体系在臭氧污染防控、源解析和决策支撑中的应用能力，弥补现有文献与标准体系在运行和质控层面的不足。

3.4 与本标准的关系

综上，美国和日本分别于上世纪80年代和本世纪初出台了环境空气非甲烷总烃自动监测相关技术文件，但由于出台时间较早、未涵盖目前国内大量使用的带有富集的非甲烷总烃自动监测系统。

近年来，我国在环境空气气态污染物自动监测领域标准体系逐步完善，但针对非甲烷总烃自动监测要求相对滞后。2025年8月发布的《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1419），重点规定了自动监测系统的组成、技术要求、检测方法，主要用于仪器性能评价与检测环节，为设备设计、生产及选型提供了依据。

本标准与HJ 1419定位不同、相互衔接。HJ 1419偏重于“检测方法与仪器性能要求”，而本标准则聚焦于“现场运行与质量管理”。本标准进一步规定了监测系统的安装、调试、试运行验收、日常运行维护、质量保证和质量控制以及数据审核与处理等内容，明确了自动监测在长期运行阶段的技术要求与操作规范。

两者在标准体系中形成了从“检测方法与仪器性能要求”到“运行管理与数据质量保障”的完整闭环，共同构建我国环境空气非甲烷总烃自动监测的标准化技术体系，为数据的可比性、连续性和准确性提供制度保障。

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

以科学性、先进性和可操作性为原则，以《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）、《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）为依据，将非甲烷总烃自动监测安装、调试、试运行、验收、运行与质控管理技术化和规范化，同时参考美国EPA、欧洲的监测标准以及中国环境监测相关监测管理规定，制订本标准以满足国家环境空气监测网环境空气气态污染物自动监测系统安装验收、运行与质控工作需要。其基本原则主要体现在以下几个方面。

（1）严格遵照相关标准制修订要求

本标准的制订严格遵守《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ168-2020）、《生态环境标准管理办法》（部令第17号）和《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环规法〔2020〕4号）的相关要求。

（2）与其他相关标准相协调，以完善我国标准体系

目前，我国环境空气气态污染物自动监测标准体系主要包含《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统技术要求与检测方法》（HJ 654）、《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）、《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）以及《环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测技术规范》（HJ 1393），涵盖了系统的性能要求、安装验收到运行质控等全流程技术要求。

参考现有环境空气自动监测标准体系，《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1419）于2025年8月发布，主要针对监测系统的性能指标和检测方法提出了具体要求。而本标准内容包括环境空气非甲烷总烃自动监测系统的安装、调试、试运行与验收、日常运行维护要求、质量保证和质量控制、数据审核和处理等。两者在内容上具有互补性，共同构成了我国环境空气非甲烷总烃自动监测系统的标准体系。

梳理并借鉴了美国、英国等国家在环境空气自动监测领域的成熟技术体系和运行质控经验，同时充分结合我国环境管理体系、监测网络架构及运行管理实际，对监测系统运行维护和质控要求进行了优化与本土化，确保标准符合我国现行管理和技术条件。

（3）具有普遍适用性，易于推广使用

本标准制订前，开展了主流环境空气非甲烷总烃自动监测系统的比对与实验研究工作，参与实验的设备涵盖了不同品牌的气相色谱火焰离子化检测法监测系统，包括直接进样式和带捕集阱的预浓缩式系统。实验研究对系统的检出限、响应因子、空白、正确度、精密度等关键性能指标进行了验证，各项指标均满足标准要求，证明了标准条款的科学性与可操作性。

同时，参考美国EPA PAMS网络及日本JIS B 7956《大气中炭化氢自动计测器》等国际成熟经验。本标准在充分吸收国际经验的基础上，结合我国不同地区环境空气中非甲烷总烃浓度水平和现有监测设备的性能差异，兼顾直接法与捕集富集法系统的技术特点，确保

标准条款具有广泛的适用性与工程可操作性。通过实验验证与运行实践，本标准可覆盖当前国内主流非甲烷总烃自动监测设备类型，技术路线成熟，具备良好的可推广性和普遍适用性，可为全国环境空气非甲烷总烃自动监测工作的统一实施提供可靠的技术支撑。

（4）与实际操作紧密结合，方便查询使用

本标准在总结不同监测方法设备在实际工作中使用情况的基础上，结合我国非甲烷总烃监测的特点和工作要求，根据实际业务中的一般要求，拟定标准文本的内容和顺序，方便实际工作中的查询和使用。

4.2 标准制订的技术路线

本标准制订过程中，全面查询国内和国际标准化组织相关标准，调研国内外环境空气非甲烷总烃监测分析仪的安装验收、运行和质控技术指标，结合我国当前开展非甲烷总烃自动监测工作的实际需要，依据环境管理要求和质量目标，参照有关规范要求，编制环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术规范文本。本标准制订的技术路线见图3。

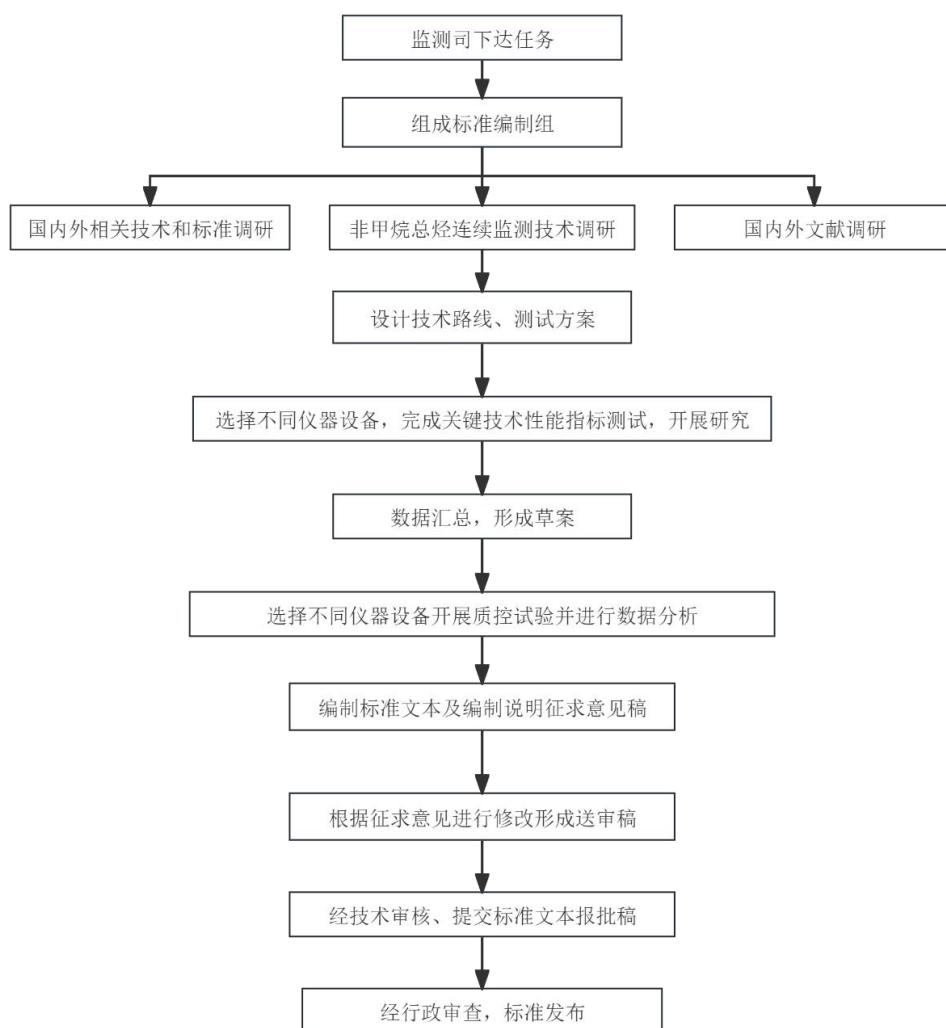


图 3 标准制订技术路线

5 方法研究报告

5.1 适用范围的确定

本标准的目的是规范环境空气非甲烷总烃自动监测系统的安装调试验收、运行和质量控制工作，故本标准的适用范围为：本标准规定了环境空气非甲烷总烃自动监测系统安装、调试、试运行与验收、日常运行维护要求、质量保证和质量控制、数据审核和处理等技术要求。本标准适用于环境空气非甲烷总烃自动监测系统的安装和运行。

5.2 规范性引用文件

本标准主要为环境空气非甲烷总烃自动监测系统运行的安装、调试、试运行与验收、日常运行维护要求、质量保证和质量控制、数据审核和处理等提供技术依据。因此本标准引用了《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）、《污染物自动监测监控系统数据传输技术要求》（HJ 212）、《环境空气总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》（HJ 604）、《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）、《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1419）等相关标准。

如监测点位参考HJ 193标准相关要求，采样系统、仪器结构要求满足HJ 1419中的规定，数据采集和传输系统按照HJ 212标准的相关要求等。本标准的系统运行和质控内容方面主要参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）等标准中或技术规定的相关内容。

5.3 术语与定义

本标准规定了文本中主要涉及到的“非甲烷总烃”、“零点气”2条术语和定义。本标准的术语和定义规定如下：

5.3.1 非甲烷总烃 non-methane hydrocarbons

该术语参考 HJ 604-2017 “在气相色谱仪的氢火焰离子化检测器上有响应的除甲烷外的其它气态有机化合物的总和（除另有说明，结果以碳计）”。

5.3.2 零点气 zero air

该术语参考GB/T 14850中：“零点气”的术语和定义，结合环境空气非甲烷总烃自动监测的特点，对零气的定义进行调整，“有机化合物含量足够低，在仪器上产生零响应的气体或混合气体，可以由零气发生装置产生，也可以由零气钢瓶提供。”

5.4 方法原理与系统组成

该部分规定了系统的方法原理和组成，方法原理包括直接法和差减法。方法原理参考《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1419），系统组成同时参考《环境空气挥发性有机物气相色谱连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1010）和《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃和CO）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 654）标准中的规定，将系统组成部分分为样品采集单元、分析单元、气源单元、质控单

元和数据采集和传输单元等组成。带捕集阱的直接法监测系统还应配备前处理单元。

5.5 技术性能要求

为了保证非甲烷总烃自动监测系统运行状态稳定，评估设备监测数据是否可靠，需要在仪器安装调试、试运行与验收、系统日常运行维护期间定期开展设备性能指标测试。

在《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》中从仪器的准确性、重复性、稳定性和平行性等各个方面进行评价，共提出19项全面的性能指标。然而HJ 1419的性能指标主要适用于仪器的设计、生产。仪器现场安装调试、试运行及验收需要不同的测试条件，编制组结合调试现场条件，以具备可操作性且能反映仪器的工作状态为目的，设置了采样流量、校准曲线、检出限、空白、正确度、精密度、系统残留、富集效率、转化效率、动态校准仪流量、24 h漂移、7 d漂移等12个指标，适用于调试检测、试运行或验收等不同场景。在本标准“技术性能要求”部分，部分指标参考引用HJ 1419，以保证一致性与可操作性。其中，“采样流量”和“校准曲线”两项性能指标未能在现有标准中找到完全适用的条文，故在广泛调研主流仪器性能参数、参考国内外相关技术文件的基础上，结合监测数据质量要求予以明确，同时对部分指标进行调整。

5.6 安装、调试、试运行与验收

5.6.1 安装

5.6.1.1 监测点位

监测点位的确定应先进行周密的调查研究，对本地区空气污染状况有粗略的概念后再选择监测点的位置，确保监测点位具有代表性。参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）的相关要求。

5.6.1.2 监测站房及辅助设施

监测站房及其配电、辅助设施、其他配套设施等应满足HJ 193及以下要求。

- a) 站房内温度应保持20℃～30℃，相对湿度控制在80%以下；在站房的环境温度要求上，本标准与HJ 193有所不同。HJ 193中要求站房内部环境温度应在15℃～35℃，在实际监测过程中，温度快速大幅度变化时，会引起气相色谱设备基线的波动而影响正常监测，本标准结合现阶段站点运行的经验，规定：站房内部温度应控制在20℃～30℃范围内，加严站房内部环境温度的要求。
- b) 考虑到环境空气非甲烷总烃自动监测系统，存在与其他设备共用监测站房的情况。而比如粒径谱仪、浊度仪等监测设备维护或者质控时需要用到氟利昂类的物质，属于挥发性有机物的范围，若存在使用或者泄漏，可能会影响非甲烷总烃的测定。因此要求部署其他监测仪器的监测站房，其运行过程中产生的非甲烷总烃（如使用正丁醇试剂的粒径谱仪等设备）对非甲烷总烃自动监测系统构成数据干扰的，应采取集气罩或设立隔断间等措施；
- c) 环境空气非甲烷总烃自动监测系统需要用到气体种类较多，如氢气、零空气、氮气等，不同的气体用途差异较大，为了规范管路的使用，要求站房应配备实验台或机柜，用于安装监测仪器及辅助设备，安装时应对各类管线做好标识并进行规整；

- d) 环境空气非甲烷总烃自动监测系统需要用到氢气作为 FID 的燃烧气，而氢气作为易燃易爆气体，存在一定的安全隐患，因此要求站房内安装氢气传感器，若发现氢气有泄漏应及时报警；
- e) 为了实时监控站房内设备运行的安全，站房应配套烟感装置用于及时预警，配套适用于电气设备的自动灭火装置及时处置。

5.6.1.3 监测系统

监测系统的外观、工作条件、安全、功能等应满足环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法（HJ 1419）的相关要求。另参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）的相关要求，需要满足以下条件：

- a) 考虑到气相色谱设备，振动会造成系统基线的波动而影响正常监测，监测系统应水平安装在机柜内或实验台上，有必要的防震措施，避免与其他设备运行产生共振的影响，如空压机；
- b) 监测系统（包括采样总管、支管）架设位置应处于温湿度稳定区，不受站房内空调吹风口的直接影响；
- c) 气路及其连接，须保持密闭性，推荐配备样品流速、压力、温湿度等监控单元，保证采样稳定性和代表性；
- d) 考虑到非甲烷总烃自动监测系统采样流量一般较低，多为几十 ml/min，为了避免与其他采样流量较大的仪器对非甲烷总烃自动监测系统采样造成影响，采样支管推荐连接到采样总管多歧路管的最前端，长度不应超出 3 m，采样支管应避光，并应采取措施避免支管内壁结露，如采用保温套；
- e) 电缆和管路两端需带有清晰标识，且标识不易脱色或脱落，包括电源线、信号线、网络线、标准气体管路、零点气管路、采样管路等。信号线和网络线建议使用带有屏蔽层的线缆，且屏蔽层应良好接地；
- f) 辅助设备设施应有固定位置，并配安全措施，如钢瓶固定支架等；

5.6.1.4 数据采集和传输

数据采集和传输系统应符合以下要求：

- a) 具有网络接入功能，能定时传输数据和图表。传输协议应符合 HJ 212 的要求；
- b) 站房监控单元、关键状态参数、监测数据实时采集、存储、计算、并能以报表形式输出，对于监测数据应具备质量浓度和体积浓度（摩尔分数）单位换算功能；具备标准状态下的质量浓度和参比状态下的质量浓度的换算功能；
- c) 考虑到环境空气非甲烷总烃自动监测系统大部分时间为无人值守运行，因此要求电力系统意外断电等事件对监测系统的影响尽可能降低。因此要求掉电后，已采集的数据不丢失；恢复供电后无需人工干预可自动启动，恢复掉电前运行状态；
- d) 考虑到目前监测数智化转型的要求，空气非甲烷总烃自动监测系统应尽可能多监控运行状态，因此要求能够自定义仪器状态参数报警限值，数据超出所设报警上限或低于报警下限时对数据进行标注并发送报警消息。

5.6.2 调试

调试的一般要求主要是参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范》（HJ 193）中调试检测的一般要求。参考《环境空气 非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1419）测量范围要求，调试检测时，I型监测系统的测量范围一般为0 μmol/mol～2 μmol/mol，II型监测系统的测量范围一般为0 μmol/mol～15 μmol/mol，可根据监测点实际浓度情况进行调整。

5.6.2.1 调试检测指标

参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 193）中6.1的相关规定，本标准的6.2部分对调试工作的开展条件、责任方、特殊情况处理等方面提出了一般要求，规定：监测系统在现场安装并连续运行168 h后，进行调试检测。调试检测可由系统制造者、供应者、用户或受委托的有检测能力的机构承担。如果因系统故障、断电等原因造成调试检测中断，则应重新进行调试检测。调试检测时，I型监测系统的测量范围一般为0 μmol/mol～2 μmol/mol，II型监测系统的测量范围一般为0 μmol/mol～15 μmol/mol，这与《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》要求一致。但实际情况下，不同地区浓度可能存在差异，该量程并不适用每个点位。因此，调试时可根据监测点位实际的浓度情况进行调整。调试检测后编制安装调试报告，安装调试报告格式参见附录A。

5.6.2.2 调试检测方法及性能要求

a) 采样流量

为了确保自动监测系统能够持续稳定采集样品，应当在设备运行过程中，定期对设备采样流量进行监测，以判断采样系统是否稳定运行。

使用合适量程经检定合格的质量流量计，将质量流量计接在采样支管进气口处，确保连接气路无泄漏，待监测系统显示的流量稳定后开始测试。测试至少连续进行2 min，每隔0.5 min记录1次质量流量计和监测系统的瞬时流量值。测试完成后，按公式分别计算质量流量计的平均流量、监测系统的平均流量、质量流量计与监测系统平均流量的相对误差。

b) 校准曲线

根据对2024年部分城市站点环境空气非甲烷总烃自动监测数据的调研结果，2024年我国不同地区的浓度水平存在显著差异。安徽和长沙的年均浓度水平分别达到314.4 nmol/mol 和285.9 nmol/mol，最高值超过1000 nmol/mol；而南京、石家庄和杭州等地的年均浓度水平则相对较低，仅在110 nmol/mol左右。整体来看，不同地区的年均值普遍处于100～400 nmol/mol区间，部分高值站点的瞬时最大值超过1000 nmol/mol，但最低浓度也可接近20 nmol/mol，表明我国不同城市的非甲烷总烃浓度分布跨度较大。同时为了与《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》要求一致，校准曲线的上限I型监测系统取为2 μmol/mol，II型监测系统取为15 μmol/mol。

国内部分地区非甲烷总烃浓度分布

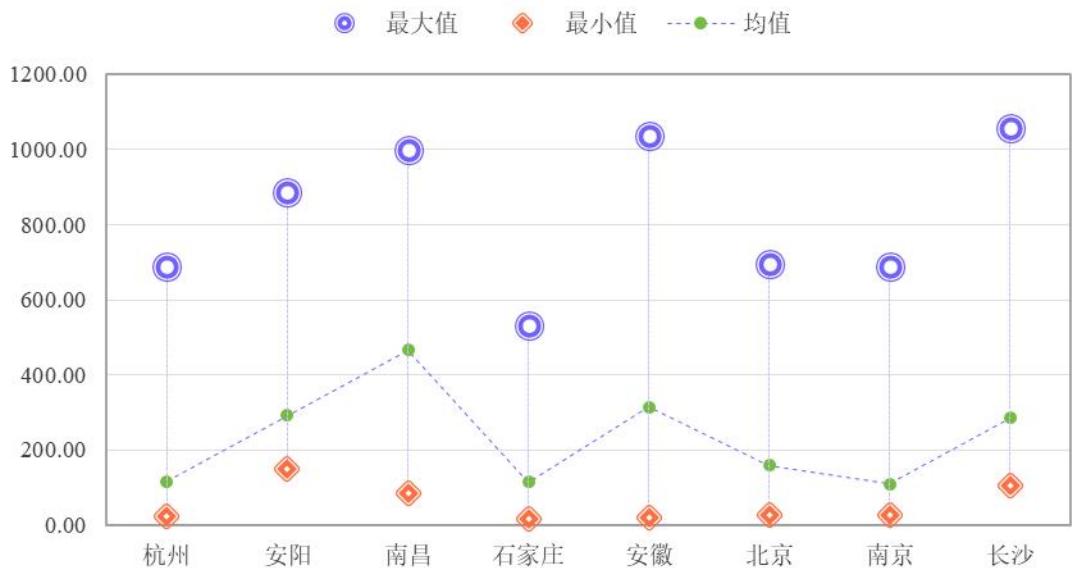


图 4 2024 年国内部分地区环境非甲烷总烃浓度情况

结合这一分布特征，本标准在校准曲线设计上规定非甲烷总烃的浓度范围为100~2000 nmol/mol，且包含6个浓度点（含零点）。这一设置既覆盖了国内低浓度城市的实际监测水平，又能够兼顾高浓度城市的污染峰值，确保监测系统在不同区域和不同污染情境下均具有良好的适用性。

通入不同浓度甲烷和丙烷标准气体，分别以甲烷和非甲烷总烃浓度为横坐标，以其对应的响应值为纵坐标，用最小二乘法绘制校准曲线。获得校准曲线的相关系数 r 值，并按公式计算最低浓度点的相对误差。

编制组对6台I型仪器进行校准曲线的测试，相关结果汇总见表5。经实验，要求校准曲线的相关系数 r 应 ≥ 0.999 。校准曲线最低浓度点的测量值与标准气体浓度值的相对误差应在-10%~10%之间。

表5 标准曲线测试的相关系数及最低浓度点的相对误差

| 仪器 | 方法原理 | 甲烷标曲相关系数 r | 非甲烷总烃标曲相关系数 r | 最低浓度点的相对误差 |
|----|------|--------------|-----------------|------------|
| A | 直接法 | 1.0000 | 0.9991 | -9.7% |
| B | 直接法 | 0.9997 | 0.9999 | 3.0% |
| C | 直接法 | 0.9975 | 0.9995 | -1.8% |
| D | 直接法 | 1.0000 | 1.0000 | 1.8% |
| E | 直接法 | 0.9999 | 0.9985 | -7.8% |
| F | 直接法 | 1.0000 | 1.0000 | -5.1% |

c) 检出限

检出限是指在给定的置信度内能够可靠地检出被待测物质的最小浓度。检出限的限值规定应在现有仪器技术水平的基础上，尽可能满足实际监测工作的需要。该项指标的测试方法和要求引用HJ1419的相关内容。

d) 空白

空白是指在使用零点气条件下，监测系统的输出响应值。其主要用于评价仪器基线的稳定性和背景干扰水平，是判断系统检出限和数据有效性的基础参数。该项指标的测试方法和要求引用HJ1419的相关内容。

e) 正确度

正确度指标是评价仪器准确性的常用指标，用于判断仪器在量程范围内测量的准确度情况。该项指标的测试方法和要求引用HJ1419的相关内容。

f) 精密度

精密度是指在相同测量条件下，对同一被测量因子进行连续多次测量所得结果之间的一致性，一般用标准偏差或相对标准偏差表示。该项指标的测试方法和要求引用HJ1419的相关内容。

g) 系统残留

系统残留规定了每个分析周期过后仪器内部管线、捕集阱、色谱柱等的清洁程度，较低的残留能保证连续分析数据的准确性，残留越少越好。本标准规定其应小于检出限。与HJ 1419相比，该要求更加严格。主要考虑到非甲烷总烃浓度水平通常处于低浓度范围，若系统残留过高，易导致低值数据的偏高，影响监测结果的准确性和可比性。通过将系统残留限定在检出限以下，可有效降低背景干扰，提升监测数据的可靠性和灵敏度。该指标的测试方法仍参考HJ 1419。

h) 富集效率

捕集阱通过富集填料和低温捕集高温解吸的方式，来富集空气中的非甲烷总烃。但，非甲烷总烃是多种挥发性有机物的组合，表现为不同的含碳量和沸点。不同物质沸点的差异，导致其低温富集所需的温度点不同，高温解吸所需的温度点也不同。而且，捕集阱中的填料有的是单一物质填料、有的是复合填料，不同填料对不同的挥发性有机物的捕集能力也存在差异。这就导致，带捕集阱的直接法仪器，虽然具有较低的检出能力，但是不同仪器之间的设计差异，导致实际测量结果之间存在较大差异。该指标只针对带捕集阱的仪器。检测方法见HJ1419的相关内容。

i) 转化效率

该指标仅针对带催化氧化炉的仪器。参考《环境空气和废气总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法》（HJ 1012）中的指标设定和检测方法。

j) 动态校准仪流量误差

针对监测系统中的动态校准仪的准确性，设定该指标，参考《环境空气气态污染物连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 654）标准中的指标设定和检测方法。

k) 24 h漂移

24 h漂移评价系统在24 h内分别测量标准气体时仪器测量值的变化，体现其短时间定量的稳定性。检测方法见HJ1419的相关内容

l) 7 d漂移

7 d漂移评价仪器长时间定量、定性的稳定能力。检测方法见HJ1419的相关内容，为了减少仪器调试运行的时间，将此指标纳入仪器试运行时测试。

m) 不同仪器实际监测结果比对

(a) 超低温冷阱和低温填料设备的对比

3种品牌型号仪器（其中NMHC-TH为超低温冷阱方法，NMHC-N和NMHC-T为低温填料方法）在上海开始实际监测比对，对数据可比性进行了研究分析，结果如图5所示。由线性拟合结果可知，不同监测仪器的线性拟合较好，线性相关系数 $r^2 \geq 0.95$ ，偏差符合正态分布（图6），并做t检验，未有显著性差异，在实际应用中表现稳定。

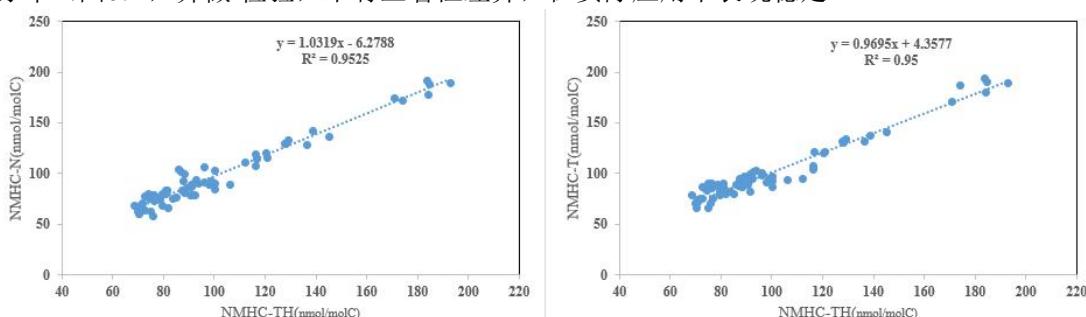


图5 不同品牌仪器（超低温冷阱和低温填料）监测数据的相关性

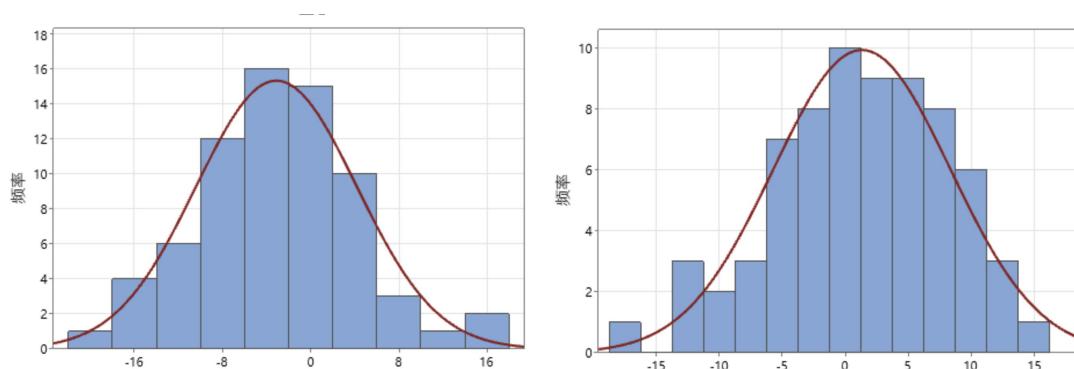


图6 不同品牌仪器（超低温冷阱和低温填料）监测数据的偏差直方图

(b) 不同品牌直接法（反吹）设备的对比

2种直接法品牌型号仪器（NMHC-L，NMHC-P）在上海开始实际监测比对，对数据可比性进行了研究分析，结果如图7所示。由线性拟合结果可知，不同监测仪器的线性拟合较好，线性相关系数 $r^2 \geq 0.85$ ，并做t检验，未有显著性差异，在实际应用中表现稳定。

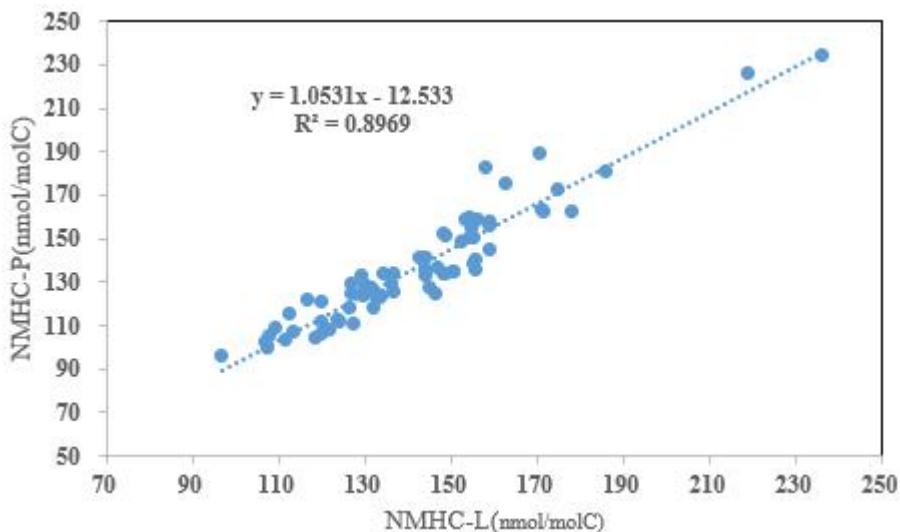


图7 不同品牌仪器（直接法（反吹））监测数据的相关性

(c) 不同品牌差减法设备的对比

2种差减法品牌型号仪器（NMHC-TF，NMHC-F）在上海开始实际监测比对，对数据可比性进行了研究分析，结果如图8所示。由线性拟合结果可知，不同监测仪器的线性拟合较好，线性相关系数 $r^2 \geq 0.95$ ，并做t检验，未有显著性差异，在实际应用中表现稳定。

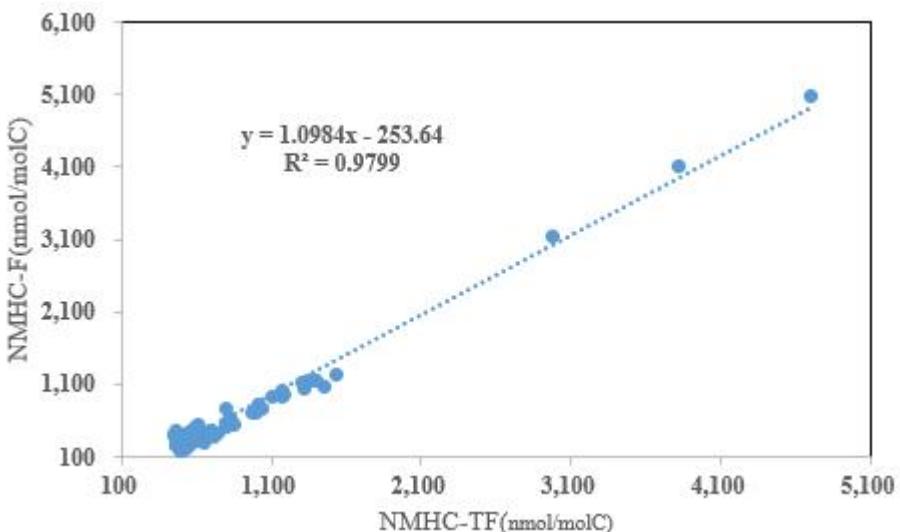


图8 不同品牌仪器（差减法）监测数据的相关性

5.6.3 试运行

参考HJ 193标准中章节7的内容。

本标准增加了7 d漂移测试的要求，考虑到该测试周期较长，将其放在试运行期间完成更为合理。可在系统稳定运行的条件下开展漂移测试，全面考察监测系统的基线稳定性和量程漂移情况。

同时，在本次标准编制过程中，对部分已安装环境空气非甲烷总烃自动监测系统的站点试运行情况进行了调研。目前已收集到部分城市的试运行有效率数据，结果见表6。总体

来看，试运行阶段的数据有效率均满足90%的要求。

表6 部分地区站点试运行期间数据有效率

| 地区 | 试运行期间数据有效率（%） |
|-----|---------------|
| 杭州 | 95 |
| 南昌 | 97 |
| 石家庄 | 92 |
| 芜湖1 | 93 |
| 芜湖2 | 93 |
| 芜湖3 | 98 |
| 北京 | 95 |

5.6.4 验收

对系统的验收细化为个阶段验收准备与申请、现场验收、联网验收及相关制度、记录和档案验收等。具体参考HJ 193标准中章节8的内容。

在性能验收中，验收的技术指标有采样流量、校准曲线、正确度、精密度、24 h量程漂移。其指标要求和检测方法与《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》一致这几个指标的测试基本保证在24 h可以完成，能在完成调试测试和试运行后快速反应系统性能。

在联网验收部分，本标准在HJ 193要求的基础上，进一步细化了需上传的关键状态参数，包括采样流量、柱箱温度、氢火焰离子化检测器（FID）火焰状态等。主要考虑当前环境空气自动监测正逐步向信息化、数智化方向发展，联网不仅要上传常规监测数据，还应同步传输与系统稳定运行的关键参数，加强对监测系统运行状况的远程监管，及时发现异常并触发报警，保证数据质量，同时也为后续的智能化运维和数据质量评估提供支撑。

5.7 日常运行维护要求

标准文本中第7部分，针对监测系统运日常运行维护提出要求，包括：基本要求、日维护内容、周维护内容、月维护内容、季度维护内容、半年维护内容、年度维护内容和故障检修。

《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）中的5.2日常运行维护部分规定了查看仪器工作状态量、更换干燥剂、清洁过滤装置、清洁采样总管和采样支管、对采样支管和仪器气路气密性检查等。为了便于开展监测系统的运行维护，编制组结合对环境空气非甲烷自动监测系统的实际运维的经验，在标准文本中细化了维护操作的内容和频率，在标准结构上按照不同的维护频率，划分为日运行维护内容、日维护内容、周维护内容、月维护内容、季度维护内容、半年维护内容及年度维护内容，使内容更加条理清晰。

编制组调研国内市场常见的环境空气非甲烷总烃自动监测系统仪器耗材及辅助设备耗材更换频次，主要需维护的仪器耗材为滤膜、热脱附管、采样泵、色谱柱；辅助设备的耗

材为硅胶、活性炭、分子筛、零点气滤芯等，调研结果见表7和表8。同时调研了在运维过程中遇到的常见问题及解决方法，涵盖数据异常、仪器异常、气路泄漏、软件系统故障等多种情形，详见表9。可归纳出一些建议，包括维护频率与内容，异常数据排查与应急处理机制等。

表7 市场上环境空气非甲烷总烃自动监测仪器耗材更换频次

| 仪器厂家 | 仪器型号 | 监测原理 | 是否使用远程/自动校准 | 标准气体 | 滤膜 | 热脱附管 | 采样泵 | 色谱柱 |
|------|---------------|------|-------------|------|------|------|------|------|
| A | HC51M | 催化氧化 | 是 | / | / | / | 1-2年 | |
| B | AQMS-900VII | 直接法 | 是 | / | / | 3月/次 | 1年/次 | 1年/次 |
| C | PN-VOCs I和II型 | 直接法 | 是 | 按需 | 1周/次 | 1年/次 | / | 按需 |
| D | 710F | 直接法 | 否 | 1年/次 | 1月/次 | / | / | / |
| E | 115P | 差减法 | 否 | 1年/次 | 1月/次 | / | / | / |
| F | 5900-A6 | 直接法 | 是 | / | 1周/次 | 6月/次 | 按需 | / |
| G | 5900-A3 | 差减法 | 是 | / | 1周/次 | / | 按需 | / |
| H | LGQ-07 | 直接法 | 是 | / | 1周/次 | / | / | / |
| I | phck6800 | 直接法 | 否 | / | / | / | / | / |
| J | YF-NMHC | 直接法 | 是 | 1年/次 | / | / | / | / |
| K | XHVOC6000 | 差减法 | 是 | / | 1月/次 | / | / | / |
| L | TH-300C | 直接法 | 是 | / | 1周/次 | / | / | / |

表8 市场上环境空气非甲烷总烃自动监测系统辅助设备耗材及运维频率

| 仪器厂家 | 仪器型号 | 监测原理 | 氢气发生器 | | | 零气发生器 | | |
|------|---------------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| | | | 纯水 | 硅胶 | 碱液 | 活性炭 | 分子筛 | 零气滤芯 |
| A | HC51M | 催化氧化 | / | / | / | / | / | / |
| B | AQMS-900VII | 直接法 | / | / | 1年/次 | / | / | / |
| C | PN-VOCs I和II型 | 直接法 | / | 3月/次 | 6月/次 | 3月/次 | 3月/次 | / |
| D | 710F | 直接法 | 1月/次 | 1月/次 | / | / | / | / |
| E | 115P | 差减法 | 1月/次 | 1月/次 | / | / | / | / |
| F | 5900-A6 | 直接法 | 按需 | 按需 | / | 6月/次 | 6月/次 | 3月/次 |
| G | 5900-A3 | 差减法 | 按需 | 按需 | / | 6月/次 | 6月/次 | 3月/次 |
| H | LGQ-07 | 直接法 | 1周/次 | 1周/次 | 2周/次 | / | / | / |
| I | phck6800 | 直接法 | / | 1月/次 | / | / | / | / |
| J | YF-NMHC | 直接法 | 1周/次 | 1月/次 | / | 3月/次 | 3月/次 | / |
| K | XHVOC6000 | 差减法 | / | 1月/次 | / | / | / | / |

表9 市场上环境空气非甲烷总烃自动监测系统常见问题及解决方法

| 序号 | 常见问题 | 解决方法 | 仪器类型 |
|----|------------|--|------|
| 1 | 甲烷测量值持续偏低 | 更换甲烷色谱柱，重新绘制曲线 | 直接法 |
| 2 | 采样流量异常报警 | 采样泵工作异常，更换新采样泵 | 直接法 |
| 3 | 零点气数值偏高 | 1、检查气路是否漏气； 2、检查管路压力； 3、检查零气发生器、氢气发生器； 4、更换零点气耗材，验漏 5、更换捕集阱； | 直接法 |
| 4 | 炉膛温度过高 | 更换控制炉膛门的步进电机 | 直接法 |
| 5 | 捕集阱温度异常 | 更换捕集阱制冷模块 | 直接法 |
| 6 | 色谱柱断裂 | 更换色谱柱 | 直接法 |
| 7 | 制冷效果差 | 更换制冷模块 | 直接法 |
| 8 | 峰窗口漂移 | 更换气阻 | 差减法 |
| 9 | 基线波动 | 1、检查零点气耗材使用情况 2、检查零气发生器是否正常工作 | 直接法 |
| 10 | 设备运行,但数据低值 | 1、检查设备是否漏气 2、检查设备内置泵是否正常工作 | 差减法 |
| 11 | 仪器不能启动 | 检查电脑中的连接是否到位，可能运输过程中松散 | 差减法 |
| 12 | | 检查是否有保险丝熔断 | 差减法 |
| 13 | | 检查电脑在启动时是否和硬盘连接良好 | 差减法 |
| 14 | 气体供应出现漏气 | 载气系统的连接不好，检查柱箱、检查所有的接头连接部分。如果发现漏气，拧紧半圈后再检查 | 差减法 |
| 15 | | 色谱柱漏气，导致稳压阀控制的柱前压不能稳定到设置值 | 差减法 |
| 18 | | 压力、流量调整器或载气过滤器的漏气 | 差减法 |
| 19 | 压力警报 | 转换空气阀压力太低或太高；检查供给管的尺寸和长度 | 差减法 |
| 20 | | 压力传感器故障 | 差减法 |
| 21 | 保留时间不稳定 | 稳压阀故障或气路有漏气 | 差减法 |
| 22 | | 室内温度不稳定，仪器应远离空调气流 | 差减法 |
| 23 | | 老化或更换新色谱柱 | 差减法 |
| 24 | | 柱箱中的铂电阻损坏 | 差减法 |

5.7.1 基本要求

为确保非甲烷总烃自动监测数据的连续性和代表性，标准明确规定监测系统应连续运行，做到不间断采集数据。在仪器出现故障、异常或维护期间，应及时采取有效措施，迅速排查并恢复系统运行，避免造成长时间数据缺失，确保监测工作的连续性和完整性。

为保持系统运行稳定性和数据一致性，标准要求监测仪器的主要技术参数应与仪器说明书及系统安装验收时设定的参数保持一致。如确需调整主要参数，应开展相应的参数调整试

验与性能测试，记录全部测试过程和结果，并编制参数调整测试报告，有助于评估参数变动对监测结果的影响，防止因参数随意更改导致数据漂移或丧失可比性。

同时，明确运维人员应具备的知识和能力，可保障监测系统的稳定运行和监测数据的准确性与可追溯性。

5.7.2 日常维护

参考HJ 818中章节5的要求。

5.7.2.1 监测站房及辅助设备日常巡检

监测站房及辅助设备日常巡检应满足HJ 818中的相关要求。每周至少对监测站房及辅助设施检查1次，以确保非甲烷总烃监测的外部环境良好。一是保证监测站点外部环境安全稳定，判断是否有安全隐患、采样遮挡、房屋漏雨等外部环境异常影响正常监测；二是保证监测系统站房内部环境稳定且环境条件适宜，主要内容包括监测点内部温度、湿度、电力、安全、排风排气等环境状态参数的核查。

5.7.2.2 每日维护内容

标准7.2.2.1规定了监测系统每日维护内容：每日可通过远程或现场检查方式检查监测系统数据，查看是否出现系统报警、数据中断、数据连续异常及通讯中断等情况，以确保监测系统处于稳定运行状态，监测数据处于稳定上传状态。

目前国家及地方空气质量监测站点、颗粒物及光化学组分监测站点及其他类型的站点连续运行现状表明，受环境或仪器本身故障导致的仪器报警，受数据采集和传输系统异常导致的数据异常或中断，以及受网络通信故障导致的数据中断是监测系统数据缺失的主要原因，此类问题简明易查，核查工作量少，且能通过远程方式快速确认，应提高维护频率，至少每日一次开展系统检查。同时检查监测系统运行状态，检查采样流量、分析模块的FID温度、柱箱温度、柱前压、保留时间等参数是否异常，查看色谱图基线是否存在异常漂移和波动以及色谱峰保留时间漂移情况。监测系统运行状态是否正常是决定监测数据是否有效的先决条件，也是开展其他运行维护、质控校准工作的基础。监测系统运行状态是否良好可以通过多种状态参数以及谱图进行判断，包括连续稳定的参数数据，周期性变化的状态参数，以及在一定范围内波动变化的状态参数，这些参数发生根本性变化、偶发性突变或超出合格范围时，会导致监测数据质量下降甚至无效。此类问题与监测系统运行和数据传输检查相似，可通过远程方式快速确认，应至少每日一次开展系统检查。若发现异常，应前往站点检查，必要时对相关部件进行维护或更换。色谱柱老化、仪器污染或流路系统异常等因素，可能造成甲烷色谱峰和非甲烷色谱峰保留时间漂移的情况，造成非甲烷总烃监测质量的下降，因此每天要检查甲烷色谱峰和非甲烷总烃色谱峰的保留时间。

5.7.2.3 每周维护内容

标准7.2.2.2规定了监测系统每周维护内容：每周至少现场检查1次仪器运行状态，观察全循环流程，以确保非甲烷总烃监测的全流程正常稳定运行，系统的硬件状态良好。主要有以下几点：1、保证采样系统正常运行，采样代表性强。包括采样总管、支管、过滤等单元的清洁、通畅检查、采样泵的正常运行，保证大气样品能够自外部环境经采样气路匀速

稳定地进入分析系统；2、保证监测系统处于稳定运行状态，保证仪器正常和稳定运行。包括各项参数是否正常，分析能否正常完成以及关键配件耗材的损耗情况等；3、保证配套设施满足监测要求，包括检查校准使用的标准气体、零气发生器、氢气发生器等配套设施是否稳定可靠，需要及时补充氢气发生器所用纯水等；4、保证监测数据能准确、稳定地采集和传输。包括对仪器、数采仪，传输网络、内存等检查。

5.7.2.4 每月维护内容

规定了监测系统每月维护内容：主要是为了保证数据安全性和运行管理的规范性。通过要求定期备份原始数据、执行设备说明书中的月度维护项目，并做好记录存档，可有效防止数据丢失。此外，还增加了执行仪器说明书规定的其他月维护内容，整理当月运行维护记录并定期存档的要求。

5.7.2.5 每季度维护内容

规定监测系统每季度维护内容：通过对散热部件清洁度定期检查，可有效预防运行隐患。增加每季度对监测系统的时钟与标准北京时间进行比对校核，确保系统时间误差不超过±1分钟。监测数据的时间戳精度直接关系到数据的匹配性与时效性，尤其在开展多因子协同分析等应用中更为关键。

5.7.2.6 每半年维护内容

参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）5.2 日常维护中的相关规定，标准7.2.2.5规定每半年维护内容：支管每半年至少清洁1次，并同时开展气密性检查，以防止因管路老化、堵塞或泄漏导致采样效率下降或数据失真；

此外，应根据仪器说明书的要求，完成相关半年维护项目，并做好完整的维护记录，定期归档，作为质量追溯和设备状态管理的重要依据。

5.7.2.7 每年维护内容

参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）5.2 日常维护中的相关规定，标准7.2.2.6规定每年维护内容：总管每年至少清洁1次，以去除管壁积灰、吸附物或可能的有机残留，清洁后应进行气密性检查，确保采样系统密闭性良好；每年根据污染状况对系统进行一次预防性维护，重点清洁FID检测器部件，防止因积碳或喷嘴堵塞造成信号漂移或响应迟钝。同时，检查色谱柱和气动阀膜，确保色谱分离性能和阀体切换稳定性，必要时进行更换。维护保养完成后应对系统进行全面检查与核对，重点比对维护前后的数据准确性和可比性，确认系统运行状态良好。对于部分重污染区域或高强度运行工况，可根据实际情况适当缩短维护周期。

此外，应执行仪器说明书中规定的其他年度维护项目，并做好完整的年度维护记录，定期归档保存，为数据质量评估与设备管理提供支撑。

5.7.3 故障检修

为确保非甲烷总烃自动监测系统在运行过程中出现故障时能及时诊断、有效处置，保障数据连续性与有效性。同时，参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）中5.3中的要求，标准7.3规定故障检修的内容：故障诊断应依据监测系统随附的维修手册开展，明确故障类别、可能原因及处理流程。对于可在现场诊断并通过简单更换备件解决的常见故障（如电磁阀控制失灵、膜裂损、气路堵塞、数采仪死机等），应及时开展维修，确保设备尽快恢复运行。若故障无法在现场排除，设备应及时送修，并在此期间启用备用监测系统保障监测工作的连续性。

对涉及色谱柱、检测器等关键部件的更换或维修，须重新进行系统校准及性能测试，确认数据准确性后方可恢复使用。若更换了催化氧化炉或捕集阱，必须重新验证其转化效率或富集效率，确保系统响应符合技术要求。所有故障处理和检修操作应形成完整记录，包括故障描述、处理过程、测试结果及恢复情况，并按规定归档保存，作为运维质量和数据追溯的重要依据。

5.8 质量保证和质量控制

5.8.1 基本要求

质量保证和质量控制主要参考《环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 817）《环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法》（HJ 1012）等相关标准中的质量保证（QA）与质量控制（QC）部分，并结合美国环境署USEPA、英国环境部Environment Agency、日本工业标准调查会等国际相关标准和技术指南。

在此基础上，为增强标准的实用性和针对性，编制组广泛开展调研工作，涵盖当前市场上主要非甲烷总烃自动监测设备，收集设备在多地运行中的质控设定、执行频次及维护管理等相关数据，调研结果见表10。

同时为验证关键技术指标的合理性与适用性，编制组调研收集了多地运行的非甲烷总烃自动监测仪器信息，涵盖不同厂家、型号、监测原理及地域分布。此次验证样点共涉及12台仪器，分布于浙江、河南、江西、河北、安徽、北京、江苏和湖南等多个省市，具有良好的区域代表性。验证仪器涵盖两类主流监测原理，即：1) 直接法：如EXPEC2000、Chroma GC866、Nutech6300等型号，采用定体积进样或自动环进样方式进行测量，广泛应用于浙江、河北、安徽、北京、江苏和湖南等地；2) 差减法：如5900、MODEL6000、PGC-80plus、GC3000系列等型号，依托甲烷与总烃通道差值计算非甲烷组分，运行于浙江、江西、安徽等地。

此次样点的选择，兼顾不同厂家设备技术路线的差异性，同时涵盖多种气候区域和不同空气污染特征区，便于综合评估仪器性能与技术要求的适用性。此外，质控样品的浓度范围覆盖了低浓度背景区域与中高浓度污染区域，验证数据可支撑校准曲线浓度点等关键性能指标的合理性。具体仪器信息见表11。

同时，考虑到当前监测技术的数智化趋势，补充了具备自动质控功能系统的运行要

求，鼓励通过内置质控单元自动执行各项核查并实时上传结果，实现质控过程的自动化、可追溯和智能化管理。

表10 市场上环境空气非甲烷总烃自动监测系统质控频率

| 仪器厂家 | 仪器型号 | 监测原理 | 空白 | 流量 | 多点 | 单点 |
|------|---------------|------|------|------|------|------|
| A | HC51M | 催化氧化 | / | / | / | / |
| B | AQMS-900VII | 直接法 | / | / | 1月/次 | / |
| C | PN-VOCs I和II型 | 直接法 | / | / | 1月/次 | 1周/次 |
| D | 710F | 直接法 | / | / | / | 2周/次 |
| E | 115P | 差减法 | / | / | / | 2周/次 |
| F | 5900-A6 | 直接法 | / | / | 3月/次 | / |
| G | 5900-A3 | 差减法 | / | / | 3月/次 | / |
| H | LGQ-07 | 直接法 | 1周/次 | 1月/次 | 3月/次 | / |
| I | phck6800 | 直接法 | / | / | 1月/次 | / |
| J | YF-NMHC | 直接法 | / | / | / | 1周/次 |
| K | XHVOC6000 | 差减法 | / | / | 3月/次 | / |

表11 环境空气非甲烷总烃自动监测系统调研信息表

| 仪器厂家 | 仪器型号 | 监测原理 | 仪器运行地点 |
|------|-----------------|------|---------|
| A | EXPEC2000 | 直接法 | 浙江省杭州市 |
| B | 5900 | 差减法 | 浙江省杭州市 |
| C | EXPEC2000/115p | 差减法 | 河南省安阳市 |
| D | MODEL6000 | 差减法 | 江西省南昌市 |
| E | Chroma GC866 | 直接法 | 河北省石家庄市 |
| F | PGC-80plus | 差减法 | 安徽省芜湖市 |
| G | 5900A6 | 直接法 | 北京市 |
| H | EXPEC-2000-710F | 直接法 | 江苏省南京市 |
| I | LFGGC-2013 | 直接法 | 湖南省长沙市 |
| J | GC3000-115X | 差减法 | 安徽省芜湖市 |
| K | Nutech6300 | 直接法 | 安徽省芜湖市 |

5.8.2 空白核查

空白核查用于检测系统是否存在污染或背景干扰。确保在无目标物的条件下系统响应应为零或在可接受范围内。编制组开展空白核查实验，选取共计7台自动监测仪器，记录非甲烷总烃空白值，具体数据见表12~表13。结合调研情况，每周至少开展1次空白核查，非甲烷总烃空白应小于等于检出限，否则应及时排查原因，重新测试至仪器空白达到要求。每次重启系统后应核查仪器空白。考虑到具备自动质控功能的监测系统，应进一步加大空

白监测的频次及时发现问题，宜每天开展空白核查。参考日本和美国均将每日6时至9时非甲烷总烃浓度平均值参与评估根据国内外的相关研究表明，每日6时至9时非甲烷总烃浓度与日臭氧浓度最大值存在相关性，因此为了数据的有效性，要求核查时段应避免在每日6时至9时，并补充西部地区可根据实际情况调整。

表12 非甲烷总烃空白值记录表-直接法 (nmol/mol)

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|----|-------|------|
| 1 | 17.69 | A |
| 2 | 6.49 | A |
| 3 | 14.91 | A |
| 4 | 7.05 | A |
| 5 | 13.10 | A |
| 6 | 6.61 | A |
| 7 | 12.22 | A |
| 8 | 12.10 | A |
| 9 | 13.65 | A |
| 10 | 8.11 | A |
| 11 | 11.25 | A |
| 12 | 9.49 | A |
| 13 | 10.57 | A |
| 14 | 3.19 | E |
| 15 | 0.00 | E |
| 16 | 11.08 | E |
| 17 | 2.02 | E |
| 18 | 0.00 | E |
| 19 | 0.00 | E |
| 20 | 0.00 | E |
| 21 | 0.79 | E |
| 22 | 2.47 | E |
| 23 | 4.70 | E |
| 24 | 0.00 | E |
| 25 | 0.00 | E |
| 26 | 2.19 | E |
| 27 | 3.12 | E |
| 28 | 8.53 | E |
| 29 | 18.58 | E |
| 30 | 0.00 | E |
| 31 | 0.00 | E |
| 32 | 2.78 | E |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|----|-------|------|
| 33 | 0.00 | E |
| 34 | 0.00 | E |
| 35 | 0.00 | E |
| 36 | 0.00 | E |
| 37 | 15.70 | E |
| 38 | 10.28 | E |
| 39 | 0.00 | E |
| 40 | 2.32 | E |
| 41 | 16.76 | E |
| 42 | 8.24 | E |
| 43 | 1.64 | E |
| 44 | 5.13 | E |
| 45 | 7.88 | E |
| 46 | 18.07 | E |
| 47 | 16.58 | E |
| 48 | 16.58 | E |
| 49 | 18.17 | E |
| 50 | 6.66 | E |
| 51 | 14.59 | E |
| 52 | 5.08 | E |
| 53 | 8.59 | E |
| 54 | 8.48 | E |
| 55 | 3.61 | E |
| 56 | 6.68 | E |
| 57 | 2.66 | E |
| 58 | 18.12 | E |
| 59 | 10.05 | E |
| 60 | 4.73 | E |
| 61 | 5.10 | E |
| 62 | 5.94 | E |
| 63 | 9.00 | E |
| 64 | 7.14 | E |
| 65 | 5.85 | E |
| 66 | 0.00 | K |
| 67 | 0.00 | K |
| 68 | 0.00 | K |
| 69 | 0.00 | K |
| 70 | 0.00 | K |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|-----|------|------|
| 71 | 0.00 | K |
| 72 | 0.00 | K |
| 73 | 0.00 | K |
| 74 | 0.00 | K |
| 75 | 0.00 | K |
| 76 | 0.00 | K |
| 77 | 0.00 | K |
| 78 | 0.00 | K |
| 79 | 0.00 | K |
| 80 | 0.00 | K |
| 81 | 0.00 | K |
| 82 | 0.00 | K |
| 83 | 0.00 | K |
| 84 | 0.00 | K |
| 85 | 0.00 | K |
| 86 | 0.00 | K |
| 87 | 0.00 | K |
| 88 | 0.00 | K |
| 89 | 0.00 | K |
| 90 | 0.00 | K |
| 91 | 0.00 | K |
| 92 | 0.00 | K |
| 93 | 0.00 | K |
| 94 | 0.00 | K |
| 95 | 0.00 | K |
| 96 | 0.00 | K |
| 97 | 0.00 | K |
| 98 | 0.00 | K |
| 99 | 0.00 | K |
| 100 | 0.00 | K |
| 101 | 0.00 | K |
| 102 | 0.00 | K |
| 103 | 0.00 | K |
| 104 | 0.00 | K |
| 105 | 0.00 | K |
| 106 | 0.00 | K |
| 107 | 0.00 | K |
| 108 | 0.00 | K |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|-----|------|------|
| 109 | 0.00 | K |
| 110 | 0.00 | K |
| 111 | 0.00 | K |
| 112 | 0.00 | K |
| 113 | 0.00 | K |
| 114 | 0.00 | K |
| 115 | 0.00 | K |
| 116 | 0.00 | K |
| 117 | 0.00 | K |
| 118 | 0.00 | K |
| 119 | 0.00 | K |
| 120 | 0.00 | K |
| 121 | 0.00 | K |
| 122 | 0.00 | K |
| 123 | 0.00 | K |
| 124 | 0.00 | K |
| 125 | 0.00 | K |
| 126 | 0.00 | K |
| 127 | 0.00 | K |
| 128 | 0.00 | K |
| 129 | 0.00 | K |
| 130 | 0.00 | K |
| 131 | 0.00 | K |
| 132 | 1.39 | G |
| 133 | 1.80 | G |
| 134 | 0.58 | G |
| 135 | 0.00 | G |
| 136 | 0.00 | G |
| 137 | 0.00 | G |
| 138 | 0.00 | G |
| 139 | 0.00 | G |
| 140 | 0.00 | G |
| 141 | 0.00 | G |
| 142 | 0.00 | G |
| 143 | 0.26 | G |
| 144 | 0.00 | G |
| 145 | 0.00 | G |
| 146 | 0.00 | G |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|-----|-------|------|
| 147 | 0.00 | G |
| 148 | 0.00 | G |
| 149 | 0.00 | G |
| 150 | 0.00 | G |
| 151 | 0.00 | G |
| 152 | 5.25 | G |
| 153 | 0.00 | G |
| 154 | 0.00 | G |
| 155 | 0.00 | G |
| 156 | 1.52 | G |
| 157 | 2.46 | G |
| 158 | 5.70 | G |
| 159 | 15.93 | G |
| 160 | 9.93 | G |
| 161 | 6.80 | G |
| 162 | 3.74 | G |
| 163 | 3.64 | G |
| 164 | 6.20 | G |
| 165 | 5.31 | G |
| 166 | 1.39 | G |
| 167 | 0.91 | G |
| 168 | 1.08 | G |
| 169 | 1.14 | G |
| 170 | 4.19 | G |
| 171 | 2.05 | G |
| 172 | 7.51 | G |
| 173 | 4.98 | G |
| 174 | 5.73 | G |
| 175 | 5.22 | G |
| 176 | 0.89 | G |
| 177 | 5.02 | H |
| 178 | 2.56 | H |
| 179 | 8.02 | H |
| 180 | 8.27 | H |
| 181 | 8.27 | H |
| 182 | 7.99 | H |
| 183 | 8.71 | H |
| 184 | 8.21 | H |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|-----|-------|------|
| 185 | 1.12 | H |
| 186 | 1.90 | H |
| 187 | 1.77 | H |
| 188 | 1.67 | H |
| 189 | 2.13 | H |
| 190 | 3.16 | H |
| 191 | 3.25 | H |
| 192 | 1.27 | H |
| 193 | 5.99 | H |
| 194 | 4.03 | H |
| 195 | 1.03 | H |
| 196 | 7.41 | H |
| 197 | 4.43 | H |
| 198 | 6.79 | H |
| 199 | 6.25 | H |
| 200 | 3.53 | H |
| 201 | 2.92 | H |
| 202 | 4.87 | H |
| 203 | 3.99 | H |
| 204 | 5.23 | H |
| 205 | 3.46 | H |
| 206 | 6.53 | H |
| 207 | 5.22 | H |
| 208 | 7.67 | H |
| 209 | 5.59 | H |
| 210 | 3.94 | H |
| 211 | 15.99 | H |
| 212 | 11.26 | H |
| 213 | 14.91 | H |
| 214 | 8.96 | H |
| 215 | 10.54 | H |
| 216 | 11.28 | H |
| 217 | 7.75 | H |
| 218 | 7.45 | H |
| 219 | 8.63 | H |
| 220 | 8.01 | H |
| 221 | 8.82 | H |
| 222 | 6.10 | H |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|-----|-------|------|
| 223 | 5.86 | H |
| 224 | 5.15 | H |
| 225 | 15.11 | H |
| 226 | 5.11 | H |
| 227 | 5.22 | H |
| 228 | 5.39 | H |

表13 非甲烷总烃空白值记录表-差减法 (nmol/mol)

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|----|------|------|
| 1 | 0.00 | B |
| 2 | 0.00 | B |
| 3 | 0.00 | B |
| 4 | 0.00 | B |
| 5 | 0.00 | B |
| 6 | 0.00 | B |
| 7 | 0.00 | B |
| 8 | 0.00 | B |
| 9 | 0.00 | B |
| 10 | 0.00 | B |
| 11 | 0.00 | B |
| 12 | 0.00 | B |
| 13 | 0.00 | B |
| 14 | 0.00 | C |
| 15 | 0.00 | C |
| 16 | 0.00 | C |
| 17 | 0.00 | C |
| 18 | 2.61 | C |
| 19 | 4.52 | C |
| 20 | 0.05 | C |
| 21 | 3.68 | C |
| 22 | 0.00 | C |
| 23 | 0.97 | C |
| 24 | 0.00 | C |
| 25 | 1.00 | C |
| 26 | 3.98 | C |
| 27 | 0.00 | C |
| 28 | 0.00 | C |
| 29 | 3.38 | C |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|----|------|------|
| 30 | 0.90 | C |
| 31 | 4.44 | C |
| 32 | 3.39 | C |
| 33 | 4.31 | C |
| 34 | 0.00 | C |
| 35 | 1.90 | C |
| 36 | 2.20 | C |
| 37 | 1.36 | C |
| 38 | 0.85 | C |
| 39 | 0.00 | C |
| 40 | 3.25 | C |
| 41 | 1.86 | C |
| 42 | 0.00 | C |
| 43 | 3.63 | C |
| 44 | 0.85 | C |
| 45 | 4.93 | C |
| 46 | 1.80 | C |
| 47 | 2.30 | C |
| 48 | 0.00 | C |
| 49 | 0.00 | C |
| 50 | 2.00 | C |
| 51 | 0.00 | C |
| 52 | 0.97 | C |
| 53 | 2.60 | C |
| 54 | 0.40 | C |
| 55 | 0.00 | C |
| 56 | 2.60 | C |
| 57 | 0.00 | C |
| 58 | 0.87 | C |
| 59 | 0.00 | C |
| 60 | 0.00 | C |
| 61 | 5.25 | C |
| 62 | 1.05 | C |
| 63 | 3.40 | C |
| 64 | 3.33 | C |
| 65 | 0.31 | C |
| 66 | 6.35 | C |
| 67 | 0.92 | C |

| 序号 | 空白值 | 仪器厂家 |
|----|------|------|
| 68 | 1.80 | C |
| 69 | 2.17 | C |
| 70 | 3.29 | C |
| 71 | 0.00 | C |

5.8.3 校准曲线中间浓度点核查

通过对中间点的核查判断仪器在主要工作浓度区间的响应准确性。该项检查有助于及时发现校准曲线的非线性或偏移。编制组开展校准曲线中间浓度点核查调研，选取共计7台自动监测仪器的通标数据，具体数据见表14~表15。直接法校准点中间浓度相对误差在-9.78%~9.75%之间。差减法校准点中间浓度相对误差在-9.45%~4.50%之间。每周至少开展1次校准曲线中间点浓度，相对误差应在±10%范围内，否则应及时排查原因，重新测试至相对误差达到要求。核查时段和频次要求均与空白核查保持一致。若为差减法测量系统，甲烷浓度应保持在1900 nmol/mol~2500 nmol/mol范围内，丙烷浓度为50%满量程，甲烷、总烃及非甲烷总烃相对误差均应在±10%范围内，否则应重新建立校准曲线。为了与大气环境样品保持一致，大气中甲烷的本底含量约为2000 nmol/mol，因此要求甲烷浓度应保持在1900 nmol/mol~2500 nmol/mol范围内。

表14 非甲烷总烃校准曲线中间点记录表-直接法

| 序号 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|----------------|----------------|----------|------|
| 1 | 200 | 193.65 | -3.18 | A |
| 2 | 200 | 194.75 | -2.63 | A |
| 3 | 200 | 192.98 | -3.51 | A |
| 4 | 200 | 182.29 | -8.86 | A |
| 5 | 200 | 183.79 | -8.11 | A |
| 6 | 200 | 181.76 | -9.12 | A |
| 7 | 200 | 181.06 | -9.47 | A |
| 8 | 200 | 180.45 | -9.78 | A |
| 9 | 200 | 180.96 | -9.52 | A |
| 10 | 200 | 190.75 | -4.63 | A |
| 11 | 200 | 191.84 | -4.08 | A |
| 12 | 200 | 191.58 | -4.21 | A |
| 13 | 200 | 212.30 | 6.15 | E |
| 14 | 200 | 201.10 | 0.55 | E |
| 15 | 200 | 209.10 | 4.55 | E |
| 16 | 200 | 203.70 | 1.85 | E |
| 17 | 200 | 208.60 | 4.30 | E |
| 18 | 200 | 200.40 | 0.20 | E |
| 19 | 200 | 209.30 | 4.65 | E |

| 序号 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|----------------|----------------|----------|------|
| 20 | 200 | 202.90 | 1.45 | E |
| 21 | 200 | 204.10 | 2.05 | E |
| 22 | 200 | 204.20 | 2.10 | E |
| 23 | 200 | 204.20 | 2.10 | E |
| 24 | 200 | 199.10 | -0.45 | E |
| 25 | 200 | 209.80 | 4.90 | E |
| 26 | 200 | 201.80 | 0.90 | E |
| 27 | 200 | 182.90 | -8.55 | E |
| 28 | 200 | 214.40 | 7.20 | E |
| 29 | 200 | 214.10 | 7.05 | E |
| 30 | 200 | 206.70 | 3.35 | E |
| 31 | 200 | 206.90 | 3.45 | E |
| 32 | 200 | 203.10 | 1.55 | E |
| 33 | 200 | 212.40 | 6.20 | E |
| 34 | 200 | 190.40 | -4.80 | E |
| 35 | 200 | 201.30 | 0.65 | E |
| 36 | 200 | 191.20 | -4.40 | E |
| 37 | 200 | 198.20 | -0.55 | E |
| 38 | 200 | 201.10 | 0.55 | E |
| 39 | 200 | 199.00 | -0.50 | E |
| 40 | 200 | 219.40 | 9.70 | E |
| 41 | 200 | 201.20 | 0.70 | E |
| 42 | 150 | 150.30 | 0.20 | E |
| 43 | 200 | 218.70 | 9.35 | E |
| 44 | 200 | 201.40 | 0.70 | E |
| 45 | 200 | 203.40 | 1.70 | E |
| 46 | 200 | 206.30 | 3.15 | E |
| 47 | 200 | 208.00 | 4.00 | E |
| 48 | 200 | 206.20 | 3.10 | E |
| 49 | 200 | 219.50 | 9.75 | E |
| 50 | 200 | 210.60 | 5.30 | E |
| 51 | 200 | 201.30 | 0.65 | E |
| 52 | 200 | 207.70 | 3.85 | E |
| 53 | 200 | 207.80 | 3.90 | E |
| 54 | 200 | 196.40 | -1.80 | E |
| 55 | 200 | 199.20 | -0.40 | E |
| 56 | 200 | 207.40 | 3.70 | E |
| 57 | 200 | 207.70 | 3.85 | E |

| 序号 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|----------------|----------------|----------|------|
| 58 | 200 | 201.60 | 0.80 | E |
| 59 | 200 | 194.00 | -3.00 | E |
| 60 | 200 | 198.70 | -0.65 | E |
| 61 | 200 | 205.20 | 2.60 | E |
| 62 | 200 | 208.70 | 4.35 | E |
| 63 | 200 | 206.80 | 3.40 | E |
| 64 | 200 | 205.30 | 2.65 | E |
| 65 | 500 | 488.28 | -2.34 | K |
| 66 | 500 | 486.93 | -2.61 | K |
| 67 | 500 | 488.77 | -2.25 | K |
| 68 | 500 | 488.45 | -2.31 | K |
| 69 | 500 | 490.04 | -1.99 | K |
| 70 | 500 | 488.88 | -2.22 | K |
| 71 | 500 | 482.89 | -3.42 | K |
| 72 | 500 | 485.78 | -2.84 | K |
| 73 | 500 | 480.50 | -3.90 | K |
| 74 | 500 | 486.22 | -2.76 | K |
| 75 | 500 | 499.95 | -0.01 | K |
| 76 | 500 | 505.06 | 1.01 | K |
| 77 | 500 | 481.51 | -3.70 | K |
| 78 | 500 | 482.58 | -3.48 | K |
| 79 | 500 | 482.47 | -3.51 | K |
| 80 | 500 | 482.19 | -3.56 | K |
| 81 | 500 | 483.53 | -3.29 | K |
| 82 | 500 | 473.75 | -5.25 | K |
| 83 | 500 | 476.15 | -4.77 | K |
| 84 | 500 | 486.68 | -2.66 | K |
| 85 | 500 | 498.33 | -0.33 | K |
| 86 | 500 | 495.98 | -0.80 | K |
| 87 | 500 | 510.82 | 2.16 | K |
| 88 | 500 | 511.44 | 2.29 | K |
| 89 | 500 | 514.67 | 2.93 | K |
| 90 | 500 | 508.90 | 1.78 | K |
| 91 | 500 | 503.66 | 0.73 | K |
| 92 | 500 | 503.39 | 0.68 | K |
| 93 | 500 | 503.24 | 0.65 | K |
| 94 | 500 | 503.50 | 0.70 | K |
| 95 | 500 | 495.32 | -0.94 | K |

| 序号 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|-----|----------------|----------------|----------|------|
| 96 | 500 | 517.27 | 3.45 | K |
| 97 | 500 | 515.52 | 3.10 | K |
| 98 | 500 | 516.73 | 3.35 | K |
| 99 | 500 | 514.53 | 2.91 | K |
| 100 | 500 | 511.80 | 2.36 | K |
| 101 | 500 | 510.02 | 2.00 | K |
| 102 | 500 | 507.20 | 1.44 | K |
| 103 | 500 | 499.54 | -0.09 | K |
| 104 | 500 | 513.26 | 2.65 | K |
| 105 | 500 | 488.66 | -2.27 | G |
| 106 | 500 | 477.96 | -4.41 | G |
| 107 | 500 | 496.70 | -0.66 | G |
| 108 | 500 | 481.60 | -3.68 | G |
| 109 | 500 | 483.12 | -3.38 | G |
| 110 | 500 | 501.32 | 0.26 | G |
| 111 | 500 | 501.54 | 0.31 | G |
| 112 | 500 | 519.07 | 3.81 | G |
| 113 | 500 | 482.72 | -3.46 | G |
| 114 | 500 | 500.09 | 0.02 | G |
| 115 | 500 | 497.64 | -0.47 | G |
| 116 | 500 | 504.27 | 0.85 | G |
| 117 | 500 | 501.78 | 0.36 | G |
| 118 | 500 | 499.03 | -0.19 | G |
| 119 | 500 | 506.29 | 1.26 | G |
| 120 | 500 | 508.68 | 1.74 | G |
| 121 | 500 | 517.01 | 3.40 | G |
| 122 | 500 | 506.70 | 1.34 | G |
| 123 | 500 | 517.33 | 3.47 | G |
| 124 | 500 | 513.04 | 2.61 | G |
| 125 | 500 | 518.73 | 3.75 | G |
| 126 | 500 | 524.77 | 4.95 | G |
| 127 | 500 | 484.10 | -3.18 | G |
| 128 | 500 | 500.35 | 0.07 | G |
| 129 | 500 | 498.89 | -0.22 | G |
| 130 | 500 | 508.38 | 1.68 | G |
| 131 | 500 | 488.44 | -2.31 | G |
| 132 | 500 | 496.44 | -0.71 | G |
| 133 | 500 | 505.08 | 1.02 | G |

| 序号 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|-----|----------------|----------------|----------|------|
| 134 | 500 | 482.23 | -3.55 | G |
| 135 | 500 | 531.99 | 6.40 | G |
| 136 | 500 | 540.97 | 8.19 | G |
| 137 | 500 | 531.16 | 6.23 | G |
| 138 | 500 | 541.32 | 8.26 | G |
| 139 | 500 | 493.17 | -1.37 | G |
| 140 | 500 | 482.86 | -3.43 | G |
| 141 | 500 | 485.33 | -2.93 | G |
| 142 | 500 | 474.96 | -5.01 | G |
| 143 | 500 | 451.45 | -9.71 | G |
| 144 | 500 | 483.57 | -3.29 | G |
| 145 | 500 | 510.18 | 2.04 | G |
| 146 | 500 | 517.28 | 3.46 | G |
| 147 | 500 | 522.03 | 4.41 | G |
| 148 | 500 | 504.92 | 0.98 | G |
| 149 | 500 | 499.62 | -0.08 | G |
| 150 | 500 | 539.42 | 7.88 | G |
| 151 | 500 | 504.18 | 0.84 | G |
| 152 | 500 | 518.45 | 3.69 | G |
| 153 | 500 | 515.66 | 3.13 | G |
| 154 | 500 | 499.90 | -0.02 | G |
| 155 | 500 | 511.66 | 2.33 | G |
| 156 | 500 | 502.82 | 0.56 | G |
| 157 | 474 | 471.00 | -0.63 | H |
| 158 | 474 | 476.00 | 0.42 | H |
| 159 | 474 | 468.00 | -1.27 | H |
| 160 | 474 | 448.00 | -5.49 | H |
| 161 | 474 | 481.00 | 1.48 | H |
| 162 | 474 | 460.00 | -2.95 | H |
| 163 | 474 | 453.00 | -4.43 | H |
| 164 | 474 | 484.00 | 2.11 | H |
| 165 | 474 | 473.40 | -0.13 | H |
| 166 | 474 | 474.90 | 0.19 | H |
| 167 | 474 | 497.00 | 4.85 | H |
| 168 | 474 | 475.00 | 0.21 | H |
| 169 | 474 | 478.00 | 0.84 | H |
| 170 | 474 | 453.50 | -4.32 | H |
| 171 | 474 | 504.80 | 6.50 | H |

| 序号 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|-----|----------------|----------------|----------|------|
| 172 | 474 | 464.00 | -2.11 | H |
| 173 | 711 | 693.18 | -2.51 | H |
| 174 | 474 | 473.86 | -0.03 | H |
| 175 | 474 | 492.00 | 3.80 | H |
| 176 | 474 | 520.10 | 9.73 | H |
| 177 | 474 | 510.00 | 7.59 | H |
| 178 | 474 | 515.00 | 8.65 | H |
| 179 | 474 | 519.77 | 9.66 | H |
| 180 | 474 | 434.00 | -8.44 | H |
| 181 | 474 | 439.50 | -7.28 | H |
| 182 | 474 | 475.17 | 0.25 | H |
| 183 | 474 | 503.00 | 6.12 | H |
| 184 | 474 | 479.35 | 1.13 | H |
| 185 | 474 | 446.00 | -5.91 | H |
| 186 | 474 | 450.30 | -5.00 | H |
| 187 | 474 | 458.78 | -3.21 | H |
| 188 | 474 | 487.85 | 2.92 | H |
| 189 | 474 | 457.11 | -3.56 | H |
| 190 | 474 | 507.98 | 7.17 | H |
| 191 | 474 | 479.24 | 1.11 | H |
| 192 | 474 | 453.00 | -4.43 | H |
| 193 | 474 | 462.95 | -2.33 | H |
| 194 | 474 | 474.00 | 0.00 | H |
| 195 | 474 | 443.00 | -6.54 | H |
| 196 | 948 | 951.00 | 0.32 | H |
| 197 | 474 | 497.47 | 4.95 | H |
| 198 | 474 | 474.94 | 0.20 | H |
| 199 | 474 | 494.33 | 4.29 | H |
| 200 | 474 | 480.15 | 1.30 | H |
| 201 | 474 | 495.56 | 4.55 | H |
| 202 | 474 | 493.39 | 4.09 | H |
| 203 | 474 | 485.58 | 2.44 | H |
| 204 | 474 | 474.40 | 0.08 | H |
| 205 | 403 | 400.57 | -0.60 | H |
| 206 | 504 | 540.04 | 7.15 | H |
| 207 | 403 | 402.34 | -0.16 | H |
| 208 | 403 | 400.84 | -0.54 | H |

表15 非甲烷总烃校准曲线中间点记录表-差减法

| 序号 | 因子 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|----|----------------|----------------|----------|------|
| 1 | 甲烷 | 1000 | 961 | -3.90 | C |
| 2 | 总烃 | 2000 | 1867 | -6.65 | C |
| 3 | 甲烷 | 1000 | 962 | -3.80 | C |
| 4 | 总烃 | 2000 | 1864 | -6.80 | C |
| 5 | 甲烷 | 1000 | 928 | -7.20 | C |
| 6 | 总烃 | 2000 | 1812 | -9.40 | C |
| 7 | 甲烷 | 1000 | 961 | -3.90 | C |
| 8 | 总烃 | 2000 | 1857 | -7.15 | C |
| 9 | 甲烷 | 1000 | 959 | -4.10 | C |
| 10 | 总烃 | 2000 | 1862 | -6.90 | C |
| 11 | 甲烷 | 1000 | 971 | -2.90 | C |
| 12 | 总烃 | 2000 | 1887 | -5.65 | C |
| 13 | 甲烷 | 1000 | 965 | -3.50 | C |
| 14 | 总烃 | 2000 | 1875 | -6.25 | C |
| 15 | 甲烷 | 1000 | 1043 | 4.30 | C |
| 16 | 总烃 | 2000 | 2074 | 3.70 | C |
| 17 | 甲烷 | 1000 | 986 | -1.40 | C |
| 18 | 总烃 | 2000 | 1946 | -2.70 | C |
| 19 | 甲烷 | 1000 | 986 | -1.40 | C |
| 20 | 总烃 | 2000 | 1962 | -1.90 | C |
| 21 | 甲烷 | 1000 | 958 | -4.20 | C |
| 22 | 总烃 | 2000 | 1894 | -5.30 | C |
| 23 | 甲烷 | 1000 | 991 | -0.90 | C |
| 24 | 总烃 | 2000 | 1951 | -2.45 | C |
| 25 | 甲烷 | 1000 | 976 | -2.40 | C |
| 26 | 总烃 | 2000 | 1935 | -3.25 | C |
| 27 | 甲烷 | 1000 | 970 | -3.00 | C |
| 28 | 总烃 | 2000 | 1926 | -3.70 | C |
| 29 | 甲烷 | 1000 | 996 | -0.40 | C |
| 30 | 总烃 | 2000 | 1990 | -0.50 | C |
| 31 | 甲烷 | 1000 | 960 | -4.00 | C |
| 32 | 总烃 | 2000 | 1934 | -3.30 | C |
| 33 | 甲烷 | 1000 | 938 | -6.20 | C |
| 34 | 总烃 | 2000 | 1880 | -6.00 | C |
| 35 | 甲烷 | 1000 | 946 | -5.40 | C |
| 36 | 总烃 | 2000 | 1891 | -5.45 | C |
| 37 | 甲烷 | 1000 | 945 | -5.50 | C |

| 序号 | 因子 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|----|----------------|----------------|----------|------|
| 38 | 总烃 | 2000 | 1871 | -6.45 | C |
| 39 | 甲烷 | 1000 | 976 | -2.40 | C |
| 40 | 总烃 | 2000 | 1946 | -2.70 | C |
| 41 | 甲烷 | 1000 | 978 | -2.20 | C |
| 42 | 总烃 | 2000 | 1901 | -4.95 | C |
| 43 | 甲烷 | 1000 | 971 | -2.90 | C |
| 44 | 总烃 | 2000 | 1883 | -5.85 | C |
| 45 | 甲烷 | 1000 | 970 | -3.00 | C |
| 46 | 总烃 | 2000 | 1883 | -5.85 | C |
| 47 | 甲烷 | 1000 | 1044 | 4.40 | C |
| 48 | 总烃 | 2000 | 2041 | 2.05 | C |
| 49 | 甲烷 | 1000 | 1002 | 0.20 | C |
| 50 | 总烃 | 2000 | 1940 | -3.00 | C |
| 51 | 甲烷 | 1000 | 977 | -2.30 | C |
| 52 | 总烃 | 2000 | 1903 | -4.85 | C |
| 53 | 甲烷 | 1000 | 985 | -1.50 | C |
| 54 | 总烃 | 2000 | 1917 | -4.15 | C |
| 55 | 甲烷 | 1000 | 986 | -1.40 | C |
| 56 | 总烃 | 2000 | 1925 | -3.75 | C |
| 57 | 甲烷 | 1000 | 989 | -1.10 | C |
| 58 | 总烃 | 2000 | 1908 | -4.60 | C |
| 59 | 甲烷 | 1000 | 1009 | 0.90 | C |
| 60 | 总烃 | 2000 | 1977 | -1.15 | C |
| 61 | 甲烷 | 1000 | 1016 | 1.60 | C |
| 62 | 总烃 | 2000 | 1975 | -1.25 | C |
| 63 | 甲烷 | 1000 | 987 | -1.30 | C |
| 64 | 总烃 | 2000 | 1909 | -4.55 | C |
| 65 | 甲烷 | 1000 | 975 | -2.50 | C |
| 66 | 总烃 | 2000 | 1925 | -3.75 | C |
| 67 | 甲烷 | 1000 | 967 | -3.30 | C |
| 68 | 总烃 | 2000 | 1917 | -4.15 | C |
| 69 | 甲烷 | 1000 | 1002 | 0.20 | C |
| 70 | 总烃 | 2000 | 1950 | -2.50 | C |
| 71 | 甲烷 | 1000 | 986 | -1.40 | C |
| 72 | 总烃 | 2000 | 1937 | -3.15 | C |
| 73 | 甲烷 | 1000 | 998 | -0.20 | C |
| 74 | 总烃 | 2000 | 1952 | -2.40 | C |
| 75 | 甲烷 | 1000 | 978 | -2.20 | C |

| 序号 | 因子 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|-----|----|----------------|----------------|----------|------|
| 76 | 总烃 | 2000 | 1916 | -4.20 | C |
| 77 | 甲烷 | 1000 | 997 | -0.30 | C |
| 78 | 总烃 | 2000 | 1934 | -3.30 | C |
| 79 | 甲烷 | 1000 | 988 | -1.20 | C |
| 80 | 总烃 | 2000 | 1937 | -3.15 | C |
| 81 | 甲烷 | 1000 | 991 | -0.90 | C |
| 82 | 总烃 | 2000 | 1952 | -2.40 | C |
| 83 | 甲烷 | 1000 | 1018 | 1.80 | C |
| 84 | 总烃 | 2000 | 1974 | -1.30 | C |
| 85 | 甲烷 | 1000 | 953 | -4.70 | C |
| 86 | 总烃 | 2000 | 1953 | -2.35 | C |
| 87 | 甲烷 | 1000 | 1021 | 2.10 | C |
| 88 | 总烃 | 2000 | 1994 | -0.30 | C |
| 89 | 甲烷 | 1000 | 1012 | 1.20 | C |
| 90 | 总烃 | 2000 | 1982 | -0.90 | C |
| 91 | 甲烷 | 1000 | 982 | -1.80 | C |
| 92 | 总烃 | 2000 | 1987 | -0.65 | C |
| 93 | 甲烷 | 1000 | 1024 | 2.40 | C |
| 94 | 总烃 | 2000 | 1959 | -2.05 | C |
| 95 | 甲烷 | 1000 | 1036 | 3.60 | C |
| 96 | 总烃 | 2000 | 2023 | 1.15 | C |
| 97 | 甲烷 | 1000 | 1038 | 3.80 | C |
| 98 | 总烃 | 2000 | 2018 | 0.90 | C |
| 99 | 甲烷 | 1000 | 1045 | 4.50 | C |
| 100 | 总烃 | 2000 | 2086 | 4.30 | C |
| 101 | 甲烷 | 1000 | 1036 | 3.60 | C |
| 102 | 总烃 | 2000 | 2003 | 0.15 | C |
| 103 | 甲烷 | 1000 | 983 | -1.70 | C |
| 104 | 总烃 | 2000 | 1921 | -3.95 | C |
| 105 | 甲烷 | 1000 | 980 | -2.00 | C |
| 106 | 总烃 | 2000 | 1937 | -3.15 | C |
| 107 | 甲烷 | 1000 | 921 | -7.90 | C |
| 108 | 总烃 | 2000 | 1828 | -8.60 | C |
| 109 | 甲烷 | 1000 | 986 | -1.40 | C |
| 110 | 总烃 | 2000 | 1952 | -2.40 | C |
| 111 | 甲烷 | 1000 | 1022 | 2.20 | C |
| 112 | 总烃 | 2000 | 2030 | 1.50 | C |
| 113 | 甲烷 | 1000 | 1015 | 1.50 | C |

| 序号 | 因子 | 理论值 (nmol/mol) | 实测值 (nmol/mol) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|-----|----|----------------|----------------|----------|------|
| 114 | 总烃 | 2000 | 1986 | -0.70 | C |
| 115 | 甲烷 | 1000 | 988 | -1.20 | C |
| 116 | 总烃 | 2000 | 1960 | -2.00 | C |
| 117 | 甲烷 | 1000 | 975 | -2.50 | C |
| 118 | 总烃 | 2000 | 1934 | -3.30 | C |
| 119 | 甲烷 | 1000 | 1036 | 3.60 | C |
| 120 | 总烃 | 2000 | 2030 | 1.50 | C |

5.8.4 采样流量核查

定期核查采样流量是否在设定范围内运行，是确保样品代表性和浓度准确计算的前提。流量异常会直接影响测量结果的有效性。监测系统采样一般使用采样泵和流量控制单元联用的方式进行。为了保证仪器性能的稳定和监测数据的准确，本标准将监测系统采样流量检查周期定为每月1次。开展流量核查调研，选取共计6台自动监测仪器，记录实测流量值，具体数据见表16。流量相对误差在-3.70%~2.75%之间。同时在调研中发现，部分设备采用定量环进样方式，不具备采样流量测量功能。该类仪器采用固定体积采样，采样体积由机械结构保障，无法通过流量计方式进行误差评估。因此，在本标准中，采样流量相对误差考核仅适用于具备采样流量测量与控制能力的仪器。对于定量环式仪器，则应关注进样体积的一致性和定期核查措施。

表16 采样流量核查记录表

| 序号 | 流量计型号 | 设定流量 (mL/min) | 实测流量 (mL/min) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|--------------------------------------|------------------|------------------|-------------|------|
| 1 | 510L | 15 | 15.10 | 0.67 | A |
| 2 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 25.01 | 0.04 | E |
| 3 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 25.0 | 0 | E |
| 4 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 25.08 | 0.32 | E |
| 5 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 25.10 | 0.40 | E |
| 6 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 24.90 | -0.40 | E |
| 7 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 24.87 | -0.52 | E |
| 8 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 25.04 | 0.16 | E |
| 9 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 25.07 | 0.28 | E |
| 10 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 24.98 | -0.08 | E |
| 11 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 24.99 | -0.04 | E |
| 12 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 24.89 | -0.44 | E |

| 序号 | 流量计型号 | 设定流量 (mL/min) | 实测流量 (mL/min) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|--------------------------------------|------------------|------------------|-------------|------|
| 13 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 24.94 | -0.24 | E |
| 14 | Alicat /62AW-1-00-0-500-LJ (MAVG) | 25 | 25.08 | 0.32 | E |
| 15 | 62A-1-00-0-200-LJ-KM6001 | 100 | 99.14 | -0.01 | H |
| 16 | 62A-1-00-0-200-LJ-KM6001 | 100 | 98.74 | -0.01 | H |
| 17 | 62A-1-00-0-200-LJ-KM6001 | 100 | 100.43 | 0 | H |
| 18 | 62A-1-00-0-200-LJ-KM6001 | 100 | 97.41 | -0.01 | H |
| 19 | 62A-1-00-0-200-LJ-KM6001 | 100 | 97.18 | -0.03 | H |
| 20 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 29.89 | -0.37 | J |
| 21 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 29.90 | -0.33 | J |
| 22 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 29.80 | -0.67 | J |
| 23 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 30.10 | 0.33 | J |
| 24 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 30.0 | 0 | J |
| 25 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 29.90 | -0.33 | J |
| 26 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 30.0 | 0 | J |
| 27 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 30.0 | 0 | J |
| 28 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 29.90 | -0.33 | J |
| 29 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 29.89 | -0.37 | J |
| 30 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 30.10 | 0.33 | J |
| 31 | KM6011-62A-1-00-0-500-CJ | 30 | 30.0 | 0 | J |
| 32 | ALICAT | 20 | 19.50 | -2.50 | K |
| 33 | ALICAT | 20 | 19.60 | -2.00 | K |
| 34 | ALICAT | 20 | 19.26 | -3.70 | K |
| 35 | ALICAT | 20 | 19.80 | -1.00 | K |
| 36 | ALICAT | 20 | 19.90 | -0.50 | K |
| 37 | ALICAT | 20 | 19.90 | -0.50 | K |
| 38 | ALICAT | 20 | 20.20 | 1.00 | K |
| 39 | ALICAT | 20 | 19.55 | -2.25 | K |
| 40 | ALICAT | 20 | 20.50 | 2.50 | K |
| 41 | ALICAT | 20 | 19.90 | -0.50 | K |
| 42 | ALICAT | 20 | 19.80 | -1.00 | K |
| 43 | ALICAT | 20 | 19.55 | 2.75 | K |
| 44 | 62A-1-00-0-100 | 10 | 10 | 0 | D |

| 序号 | 流量计型号 | 设定流量 (mL/min) | 实测流量 (mL/min) | 相对误差 (%) | 仪器厂家 |
|----|----------------|------------------|------------------|-------------|------|
| 45 | 62A-1-00-0-100 | 10 | 10 | 0 | D |
| 46 | 62A-1-00-0-100 | 10 | 9.18 | -0.08 | D |
| 47 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 20 | 0 | D |
| 48 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 20 | 0 | D |
| 49 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 20 | 0 | D |
| 50 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 20 | 0 | D |
| 51 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 20 | 0 | D |
| 52 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 20 | 0 | D |
| 53 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 19.91 | -0.01 | D |
| 54 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 19.97 | 0 | D |
| 55 | 62A-1-00-0-100 | 20 | 19.93 | 0 | D |

5.8.5 校准曲线绘制

通过多点标准气体标定绘制校准曲线，建立浓度与响应值之间的定量关系。校准曲线是保证仪器测量准确性的核心基础。编制组开展校准曲线调研，选取共计6台自动监测仪器，记录各浓度点的响应值，具体数据见表17~表18。差减法与直接法在测量路径和信号获取方式上存在差异，差减法需分别对两个FID进行校准。要求非甲烷总烃校准浓度点不少于6个点（包括零点），校准曲线的相关系数 $r \geq 0.999$ ，线性误差在±10%以内，校准频次为每季度至少1次。另外考虑到设备搬迁、更改仪器分析条件或主要部件经维护后，设备的状态发生变化，应重新建立校准曲线。

表17 非甲烷总烃校准曲线记录表-直接法

| 序号 | 项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 相关系数 |
|----|-----|-----|--------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|
| 1 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 800 | 1000 | 0.9999 |
| 2 | 响应值 | 0.4 | 18.6 | 35.8 | 69.2 | 169.7 | 271.2 | 340.4 | |
| 3 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 800 | 1000 | 0.9999 |
| 4 | 响应值 | 0.2 | 17.1 | 33.9 | 67.6 | 169.0 | 268.0 | 334.4 | |
| 5 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 800 | 1000 | 0.9999 |
| 6 | 响应值 | 0.4 | 15.9 | 32.0 | 64.7 | 162.4 | 259.0 | 325.3 | |
| 7 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 800 | 1000 | 0.9999 |
| 8 | 响应值 | 0.6 | 16.4 | 32.6 | 65.9 | 163.9 | 262.2 | 329.9 | |
| 9 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 800 | 1000 | 0.9999 |
| 10 | 响应值 | 1.3 | 17.3 | 34.0 | 67.9 | 170.1 | 273.2 | 341.7 | |
| 11 | 浓度 | 0 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | / | 0.9996 |
| 12 | 响应值 | 0.0 | 3064.3 | 5818.0 | 8538.8 | 11397.5 | 14026.3 | / | |

| 序号 | 项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 相关系数 |
|----|-----|---------|----------|----------|----------|-----------|-----------|---|--------|
| 13 | 浓度 | 0 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | / | 0.9998 |
| 14 | 响应值 | 0.0 | 3024.0 | 5727.0 | 8489.5 | 11410.7 | 14114.7 | / | |
| 15 | 浓度 | 0 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | / | 0.9995 |
| 16 | 响应值 | 1635.0 | 4620.4 | 7104.0 | 9969.0 | 12543.3 | 15461.8 | / | |
| 17 | 浓度 | 0 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | / | 0.9996 |
| 18 | 响应值 | 134.0 | 3839.5 | 6893.5 | 10483.0 | 13682.6 | 16933.0 | / | |
| 19 | 浓度 | 0 | 143 | 294 | 440 | 595.85 | 728.5 | / | 0.9992 |
| 20 | 响应值 | 134.0 | 2607.8 | 5093.0 | 7416.0 | 10048.0 | 11866.0 | / | |
| 21 | 浓度 | 50 | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1226 | / | 0.9997 |
| 22 | 响应值 | 63499.0 | 257728.0 | 501092.0 | 773861.0 | 1021721.0 | 1236780.0 | / | |
| 23 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 250 | 400 | 500 | / | 0.9995 |
| 24 | 响应值 | 11868.0 | 70794.0 | 119684.0 | 263993.0 | 402319.0 | 504430.0 | / | |
| 25 | 浓度 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | / | / | 0.9998 |
| 26 | 响应值 | 47.6 | 95.6 | 190.6 | 490.1 | 1007.1 | / | / | |
| 27 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | / | 0.9992 |
| 28 | 响应值 | 6.3 | 45.5 | 89.1 | 182.0 | 484.1 | 1008.2 | / | |
| 29 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | / | 0.9998 |
| 30 | 响应值 | 9.2 | 49.8 | 98.3 | 192.4 | 497.6 | 1002.8 | / | |
| 31 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | / | 0.9999 |
| 32 | 响应值 | 7.6 | 50.7 | 96.7 | 190.5 | 499.1 | 1251.9 | / | |
| 33 | 浓度 | 0 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | / | 0.9994 |
| 34 | 响应值 | 6.1 | 46.0 | 89.2 | 182.5 | 490.2 | 1009.0 | / | |
| 35 | 浓度 | 500 | 1000 | 2500 | 3000 | 4000 | 5000 | / | 0.9999 |
| 36 | 响应值 | 516.5 | 1037.0 | 2607.6 | 3128.5 | 4177.6 | 5199.4 | / | |
| 37 | 浓度 | 500 | 1000 | 2500 | 3000 | 4000 | 5000 | / | 0.9999 |
| 38 | 响应值 | 502.8 | 1010.1 | 2532.2 | 3033.2 | 4048.1 | 5092.9 | / | |

表18 非甲烷总烃校准曲线记录表-差减法

| 序号 | 项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 相关系数 |
|----|------|---|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9994 |
| 2 | 响应值 | 0 | 5864.4 | 12035.9 | 18648.6 | 25489.5 | 31739.2 | |
| 3 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9991 |
| 4 | 响应值 | 0 | 8558.1 | 17917.4 | 27970.5 | 38296.7 | 48070.3 | |
| 5 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9991 |
| 6 | 响应值 | 0 | 5861.6 | 12110.4 | 18734.8 | 25925.5 | 32100.5 | |
| 7 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9992 |
| 8 | 响应值 | 0 | 8480.3 | 17888.7 | 27918.7 | 37762.7 | 47862.2 | |

| 序号 | 项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 相关系数 |
|----|------|---|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 9 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9996 |
| 10 | 响应值 | 0 | 5588.3 | 11764.2 | 18316.2 | 24144.3 | 30419.7 | |
| 11 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9992 |
| 12 | 响应值 | 0 | 8195.0 | 18447.7 | 27815.6 | 37823.5 | 47901.1 | |
| 13 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9994 |
| 14 | 响应值 | 0 | 5708.5 | 12017.7 | 18666.1 | 24829.0 | 31644.9 | |
| 15 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9994 |
| 16 | 响应值 | 0 | 8461.3 | 18853.6 | 28983.0 | 38949.7 | 48798.6 | |
| 17 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9992 |
| 18 | 响应值 | 0 | 5649.3 | 11958.7 | 18632.2 | 25402.0 | 31830.6 | |
| 19 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9991 |
| 20 | 响应值 | 0 | 8366.2 | 17815.1 | 28034.1 | 37784.2 | 47891.2 | |
| 21 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9997 |
| 22 | 响应值 | 0 | 6692.2 | 12976.3 | 19692.0 | 26604.8 | 33517.5 | |
| 23 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9995 |
| 24 | 响应值 | 0 | 9704.7 | 19103.2 | 29271.3 | 39595.5 | 50165.4 | |
| 25 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9996 |
| 26 | 响应值 | 0 | 6749.1 | 13222.3 | 20013.7 | 27013.3 | 34267.1 | |
| 27 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9993 |
| 28 | 响应值 | 0 | 9726.6 | 19441.3 | 29688.9 | 40263.0 | 51295.4 | |
| 29 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9995 |
| 30 | 响应值 | 0 | 6671.0 | 13103.2 | 19782.5 | 26743.6 | 34010.8 | |
| 31 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9993 |
| 32 | 响应值 | 0 | 9648.3 | 19248.9 | 29442.1 | 39995.2 | 50898.2 | |
| 33 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9995 |
| 34 | 响应值 | 0 | 6658.0 | 12973.8 | 19771.7 | 26781.0 | 33955.3 | |
| 35 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9992 |
| 36 | 响应值 | 0 | 9650.4 | 19209.2 | 29370.4 | 40077.8 | 50916.9 | |
| 37 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9998 |
| 38 | 响应值 | 0 | 7562.1 | 14639.0 | 22050.1 | 29647.4 | 37383.9 | |
| 39 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9997 |
| 40 | 响应值 | 0 | 10391.3 | 20366.1 | 30757.5 | 41514.5 | 52602.5 | |
| 41 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9997 |
| 42 | 响应值 | 0 | 6155.0 | 12438.5 | 18751.6 | 25439.8 | 32156.4 | |
| 43 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 0.9994 |
| 44 | 响应值 | 0 | 8745.8 | 17854.6 | 27186.8 | 36870.6 | 46847.9 | |
| 45 | 甲烷浓度 | 0 | 400 | 800 | 1600 | 2500 | 3500 | 0.9991 |
| 46 | 响应值 | 0 | 3004.4 | 5301.8 | 9743.0 | 15145.5 | 21375.4 | |

| 序号 | 项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 相关系数 |
|----|------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 47 | 总烃浓度 | 0 | 800 | 1600 | 3200 | 5000 | 7000 | 0.9991 |
| 48 | 响应值 | 0 | 4244.0 | 7612.6 | 13941.9 | 21793.8 | 31001.2 | |
| 49 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 0.9995 |
| 50 | 响应值 | 0 | 6222.6 | 8951.5 | 11815.4 | 14610.5 | 17529.3 | |
| 51 | 总烃浓度 | 0 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 0.9998 |
| 52 | 响应值 | 0 | 8780.1 | 12746.4 | 16866.1 | 21068.9 | 25324.5 | |
| 53 | 甲烷浓度 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 0.9885 |
| 54 | 响应值 | 57085 | 86169.0 | 113635.0 | 142364.0 | 170594.0 | 229137.0 | |
| 55 | 甲烷浓度 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 0.9900 |
| 56 | 响应值 | 55399 | 112642.0 | 140514.0 | 168154.0 | 197496.0 | 226861.0 | |
| 57 | 总烃浓度 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 1500 | 0.9660 |
| 58 | 响应值 | 37642 | 58031.0 | 75824.0 | 95708.0 | 112943.0 | 152013.0 | |
| 59 | 总烃浓度 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 1500 | 0.9440 |
| 60 | 响应值 | 38198 | 74610.0 | 95447.0 | 114695.0 | 132909.0 | 182262.0 | |
| 61 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9996 |
| 62 | 响应值 | 0 | 8346.5 | 15788.1 | 23897.6 | 32327.4 | 40640.1 | |
| 63 | 总烃浓度 | 0 | 1995.4 | 3990.7 | 5986.1 | 7981.5 | 9976.8 | 0.9997 |
| 64 | 响应值 | 0 | 5432.4 | 10571.7 | 15353.7 | 20868.5 | 25810.5 | |
| 65 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9993 |
| 66 | 响应值 | 0 | 7801.4 | 16188.8 | 24625.7 | 33294.7 | 42510.0 | |
| 67 | 总烃浓度 | 0 | 1995.4 | 3990.7 | 5986.1 | 7981.5 | 9976.8 | 0.9999 |
| 68 | 响应值 | 0 | 4492.9 | 8643.2 | 12845.6 | 17180.6 | 21375.1 | |
| 69 | 甲烷浓度 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 0.9998 |
| 70 | 响应值 | 0 | 8101.4 | 16842.5 | 25646.0 | 34291.4 | 43227.2 | |
| 71 | 总烃浓度 | 0 | 1995.4 | 3990.7 | 5986.1 | 7981.5 | 9976.8 | 0.9996 |
| 72 | 响应值 | 0 | 4884.5 | 9276.5 | 13564.8 | 17922.0 | 22590.8 | |

5.8.6 精密度核查

精密度核查用于评估仪器在相同条件下重复测量同一样品时的结果一致性。它反映了仪器的可重复性，是保障监测数据稳定性和可靠性的关键环节。编制组开展精密度调研，选取共计7台自动监测仪器，将标准气体重复测量6次，从而计算得出精密度，具体数据见表19。仪器的精密度（相对标准偏差RSD）在0.2%~3.6%之间，大多低于2%，整体满足非甲烷总烃在线监测系统对精密度≤2%的技术要求。

表19 非甲烷总烃精密度记录表

| 类型 | 仪器 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | RSD |
|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| 直接法 | A | 193.0 | 195.4 | 193.7 | 194.8 | 193.0 | 192.8 | 0.5% |
| | A | 1022.6 | 1023.1 | 1025.9 | 1014.0 | 1013.5 | 1010.5 | 0.6% |

| | | | | | | | | |
|-----|---|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| | E | 250.9 | 243.6 | 244.1 | 246.2 | 244.9 | 245.4 | 1.0% |
| | F | 223.4 | 204.2 | 222.8 | 209.0 | 209.1 | 215.5 | 3.4% |
| | J | 228.5 | 229.9 | 227.4 | 228.5 | 231.9 | 228.8 | 0.6% |
| | J | 971.1 | 969.4 | 972.9 | 967.3 | 971.6 | 976.2 | 0.3% |
| | G | 207.1 | 207.6 | 207.4 | 208.0 | 207.7 | 208.5 | 0.2% |
| | G | 799.3 | 796.4 | 793.3 | 797.3 | 796.8 | 799.6 | 0.3% |
| | H | 232.3 | 232.7 | 235.4 | 238.4 | 244.4 | 256.0 | 3.5% |
| | H | 983.1 | 996.2 | 1013.5 | 1018.7 | 1009.9 | 1016.4 | 1.3% |
| | H | 493.5 | 484.7 | 487.9 | 480.2 | 497.7 | 489.1 | 1.2% |
| | H | 481.2 | 473.4 | 475.4 | 467.1 | 469.8 | 477.0 | 1.0% |
| | H | 504.2 | 485.4 | 476.8 | 485.6 | 487.7 | 487.5 | 1.7% |
| 差减法 | B | 194.8 | 204.9 | 212.7 | 205.3 | 216.2 | 214.7 | 3.6% |

5.8.7 正确度核查

正确度核查用于评估仪器测量结果与标准参考值之间的接近程度。它反映了仪器的测量准确性，是确保监测数据真实性和可信度的重要依据。编制组开展正确度调研，选取共计7台自动监测仪器，将标准气体重复测量6次，从而计算得出正确度，具体数据见表20。仪器的正确度在-6.5%~7.0%之间，大多在-5%~5%之间，整体满足环境空气非甲烷总烃自动监测系统对正确度的技术要求。

表20 非甲烷总烃正确度记录表

| 类型 | 仪器 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 正确度 |
|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 直接法 | A | 193.0 | 195.4 | 193.7 | 194.8 | 193.0 | 192.8 | -3.1% |
| | A | 1022.6 | 1023.1 | 1025.9 | 1014.0 | 1013.5 | 1010.5 | 1.8% |
| | E | 250.9 | 243.6 | 244.1 | 246.2 | 244.9 | 245.4 | 3.7% |
| | F | 223.4 | 204.2 | 222.8 | 209.0 | 209.1 | 215.5 | 7.0% |
| | J | 228.5 | 229.9 | 227.4 | 228.5 | 231.9 | 228.8 | -6.5% |
| | J | 971.1 | 969.4 | 972.9 | 967.3 | 971.6 | 976.2 | -1.0% |
| | G | 207.1 | 207.6 | 207.4 | 208.0 | 207.7 | 208.5 | 3.9% |
| | G | 799.3 | 796.4 | 793.3 | 797.3 | 796.8 | 799.6 | -0.4% |
| | H | 232.3 | 232.7 | 235.4 | 238.4 | 244.4 | 256.0 | -4.0% |
| | H | 983.1 | 996.2 | 1013.5 | 1018.7 | 1009.9 | 1016.4 | 0.6% |
| | H | 493.5 | 484.7 | 487.9 | 480.2 | 497.7 | 489.1 | -2.2% |
| | H | 481.2 | 473.4 | 475.4 | 467.1 | 469.8 | 477.0 | -5.2% |
| | H | 504.2 | 485.4 | 476.8 | 485.6 | 487.7 | 487.5 | -2.4% |
| 差减法 | B | 194.8 | 204.9 | 212.7 | 205.3 | 216.2 | 214.7 | 1.5% |

5.8.8 系统残留核查

系统残留用于评估监测系统在零点气条件下的背景干扰水平。它反映了系统在无目标物质输入时的基线纯净度，是确保低浓度数据准确性和整体监测结果可靠性的重要依据。编制组开展系统残留调研，选取共计7台自动监测仪器，具体数据见表21。仪器的系统残留 在0~15.5 nmol/mol之间，均满足小于检出限的要求，整体满足环境空气非甲烷总烃自动监测系统对系统残留的技术要求。

表21 非甲烷总烃系统残留浓度记录表 (nmol/mol)

| 类型 | 仪器 | 系统残留 |
|-----|----|------|
| 差减法 | B | 0 |
| | C | 15.5 |
| | C | 0 |
| | C | 14.3 |
| | F | 0 |
| | F | 0 |
| | F | 0 |
| | F | 0 |
| 直接法 | A | 6.68 |
| | G | 2.64 |
| | H | 4.29 |
| | I | 0 |
| | I | 0 |

5.8.9 富集效率核查

本标准在质量控制部分增加了捕集阱的富集效率验证要求。针对使用捕集阱的监测系统，考虑到捕集阱对不同碳段组分的捕集能力直接影响非甲烷总烃监测结果的准确性和代表性，规定每半年应用乙烯和正十一烷标准气体进行验证。当乙烯回收率低于80%或正十一烷回收率低于60%时，说明捕集阱性能下降，需及时维护或更换。该要求的设置旨在确保监测系统在长期运行中始终具备可靠的捕集效率，从而保证数据质量和结果可比性。

5.8.10 转化效率核查

本标准在质量控制部分增加了催化氧化炉的转换效率验证要求。对于配备催化氧化装置的监测系统，催化氧化炉在长期运行过程中可能因活性降低或失效，导致有机物不能充分转化，进而影响非甲烷总烃测定的准确性。为保证系统长期稳定运行，规定每半年应使用丙烷标准气体进行一次转换效率验证。若转化效率低于95%，应及时更换催化氧化炉，以确保监测系统的转换性能和监测数据的准确可靠。

5.8.11 质控单元核查

为保障监测系统中质量流量控制器的量值准确性和稳定性，明确了对动态校准仪质量

流量控制器的质量保证要求。规定每月至少核查质量流量控制器的日常设定流量点，涵盖标准气体与稀释气两个通道。核查应使用经过计量检定合格的质量流量计进行，实测值与显示值的相对误差应控制在±2%以内，超出限值时应及时检查并重新校准，确保标准气体配比的准确性。

此外，为评价质量流量控制器在不同设定点下的流量线性性能，标准要求每季度至少开展一次流量曲线核查，相关系数 r 应大于0.9999。检查完成后，应恢复校准单元内部管路连接，并确保各连接部件的气密性良好，避免因泄漏造成校准气体浓度偏差，确保校准过程的可追溯性与可靠性。

5.8.12 计量溯源性要求

为确保监测系统各关键量值具有可追溯性，保障数据的准确性和可信度，标准对用于测量的计量器具提出了明确的溯源要求。包括流量计、标准气压表、温度计等在内的仪器设备应每年至少进行1次计量检定或校准，确保测量结果溯源至国家计量基准。同时，规定使用的标准气体应为国家二级标准物质及以上，扩展不确定度不超过2%（ $k=2$ ），以控制标定源的不确定性对数据质量的影响。

5.9 数据审核和处理

5.9.1 数据有效性判断

为确保监测数据真实、准确、具有可解释性，标准明确了数据有效性的判定原则和处理要求。参考《环境空气气态污染物SO₂、NO₂、O₃、CO连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）中有关“数据有效性判断”的描述，并结合非甲烷总烃连续自监测系统的特点，本标准规定了数据有效性判定规则。规定监测系统在正常运行状态下获取的、经审核符合质控要求的监测数据应视为有效数据，并应全部纳入统计分析；而在系统检修、校准、保养期间，或系统启动预热阶段所采集的数据，均判定为无效数据，不得用于正式数据报送和分析。

参考《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》要求I型监测系统分析周期不超过15min，II型监测系统分析周期不超过10min，参考《环境空气气态污染物SO₂、NO₂、O₃、CO连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818）小时数据中需要45个有效分钟数据（占比75%），统计小时数据时，I型监测系统非甲烷总烃每小时应满足循环次数至少3次且不少于正常循环次数的75%（可向下取整）；II型监测系统非甲烷总烃每小时应满足循环次数至少4次且不少于正常循环次数的75%（可向下取整）。

5.9.2 数据重积分及补录

气相色谱分析系统因仪器特性，会有峰漂现象，为不影响数据有效率，可重新积分。故本标准要求：气象因素变化和系统本身因素导致的峰漂，或其他特殊情况导致自动积分有误时，及时进行重积分后补录数据。

5.9.3 有效数据率

为保障监测系统的连续稳定运行和数据的完整性，标准明确提出有效数据率的要求。规定运维单位应最大限度确保系统连续运行，数据有效率不得低于85%，并在发生数据缺

失时及时排查故障，尽快恢复设备运行。有效数据率的统计以审核通过的小时数据为基础，按比例计算实际有效数据与应获取数据的比值，剔除因停电等不可抗力因素所造成的缺失数据。通过设置该考核指标，有助于规范运维行为、提升系统在线率，保障数据具备代表性和管理应用价值。

编制组对部分城市站点2024年全年运行情况进行了调研，结果见表22。数据显示大多数站点的全年数据有效率均在90%以上，仅有1个站点略低于85%的标准要求。总体而言，各站点基本能够保障监测数据的连续性和完整性，验证了85%有效数据率阈值设置的科学合理性。

表22 部分站点全年有效数据率

| 地区 | 2024年全年有效数据率（%） |
|-----|-----------------|
| 杭州 | 97.0 |
| 安阳 | 98.6 |
| 南昌 | 93.9 |
| 石家庄 | 83.3 |
| 安徽 | 95.1 |
| 北京 | 96.0 |
| 南京 | 93.6 |
| 长沙 | 89.2 |

6 与开题报告的差异说明

根据专家意见标准名称修改为：环境空气非甲烷总烃自动监测技术规范，并且梳理了与《环境空气非甲烷总烃自动监测系统技术要求及检测方法》等相关标准的关系，确保标准之间有效衔接。同时，编制组还对市场上主流非甲烷总烃自动监测仪器进行了调研，重点了解其在运维、质控和质保方面的性能表现与适用场景，从而验证和优化标准中相关技术指标的合理性与适用性。

7 标准征求意见稿技术审查情况

2025年9月26日，生态环境部监测司组织召开了标准征求意见稿的技术审查会。专家组听取了标准主编单位所做的标准文本和编制说明的内容介绍，经过质询、讨论，形成以下审查意见：

- 一、标准编制单位提供的材料齐全、内容完整；
- 二、标准编制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。

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) 进一步完善术语定义表述；

(2) 进一步优化安装、调试、运行、维护、质量保证和质量控制的内容及相关技术指标要求;

(3) 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。

8 标准实施建议

本标准实施后,建议各级生态环境监测机构结合现有监测网络运行情况,统筹推进环境空气非甲烷总烃自动监测系统的建设与升级,逐步实现监测数据的联网、共享与智能化管理。各级技术单位应加强对运维人员的培训,确保其熟悉标准要求及监测系统的运行维护方法,保障监测数据的连续性与有效性。同时,建议在标准实施初期,加强典型地区试点应用与经验总结,不断完善运行质控机制,为全国范围推广提供技术支撑和管理经验。

9 参考文献

- [1] 许百环.PCM控制及自动进样技术改进非甲烷总烃测定气相色谱仪[J].福建分析测试,2017,26(05):6-11.
- [2] 吴海.PF-300便携式非甲烷总烃测试仪的现场监测应用[J].环境与发展,2018,30(03):110-111.
- [3] 陈秋兰.玻璃注射器-自动进样气相色谱法测定非甲烷总烃[J].中国环境管理干部学院学报,2018,28(04):73-77.
- [4] 谷宇,叶伟,张琢.采用六通阀测量大气中甲醇和非甲烷总烃[J].中国环境管理干部学院学报,2014,24(04):74-76+80.
- [5] 林琳,张绮纯,叶剑锋.大气中甲烷、总烃及非甲烷总烃监测分析方法的探索[J].分析测试技术与仪器,2012,18(04):217-221.
- [6] 刘文民,钱国平,高丽,朱凌燕,周华.单柱气相色谱法分析非甲烷总烃[J].分析仪器,2013(02):23-26.
- [7] 金剑.当前关于改进非甲烷总烃测定方法的探讨[J].科学技术创新,2018(11):25-26.
- [8] 曲红拥,李艳,张英红.对吸附法测定大气中非甲烷总烃的改进措施[J].山东化工,2011,40(06):73-75.
- [9] 吴银菊,瞿白露,李大庆,侯玉兰,张昆,许雄飞.非甲烷总烃监测分析研究[J].环境科学与管理,2017,42(05):134-137.
- [10] 王兴华,田英,任敏红,关丹.改进气相色谱法测定总烃与非甲烷总烃[J].化工环保,2015,35(06):662-666.
- [11] 甘伟,刘学敏,朱明吉,孙静,蹇川.关于改进非甲烷总烃测定方法的探讨[J].中国环境监测,2017,33(02):110-115.
- [12] 黄海荣.关于改进非甲烷总烃测定方法的探讨[J].资源节约与环保,2018(06):1+5.
- [13] 殷悦,杨勇.环境大气非甲烷总烃结果偏差的原因分析[J].化工管理,2017(12):171.
- [14] 蒋黎夏,林芸辉.进样温度对于气相色谱法测定非甲烷总烃的影响[J].资源节约与环保,2014(04):102.

- [15] 汪夕灿,盛娟芬,唐拾贵.空气中非甲烷总烃测定方法的研究和应用[J].中国卫生检验杂志,1994 (02) :84-85.
- [16] 庞卫锋. 空气自动进样气相色谱法测定气体中非甲烷总烃[C]//.2007中国环境科学学会学术年会优秀论文集（下卷）.,2007:486-489.
- [17] 郑丽菡.气相色谱法测定大气中非甲烷总烃量的探讨[J].化学分析计量,2013,22 (04) :95 -98
- [18] 肖国平.气相色谱法测定非甲烷总烃的方法研究[J].资源节约与环保,2019 (10) :55+57.
- [19] 范俐俐.气相色谱法测定非甲烷总烃的探讨[J].科技视界,2015 (18) :260+322.
- [20] 朱绍盛,潘大坚.气相色谱法测定非甲烷总烃[J].浙江国土资源,2017 (03) :48-50.
- [21] Sexton, F. W., McElroy, F. F., Michie, R. M., Jr., Thompson, V. L., A Comparative Evaluation of Seven Automatic Ambient Non-Methane Organic Compound Analyzers, Environmental Monitoring Systems Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C.
- [22] WANG M, LI Y, ZHAO X, et al. Ambient Non-Methane Hydrocarbons (NMHCs) Measurements in Baoding, China: Sources and Roles in Ozone Formation[J]. Atmosphere, 2020, 11 (11) :1205.
- [23] GAO S, YANG Y, TONG X, et al. Obtaining the true NMHC data for ambient air in urban: comparison of NMHC data between indirect and direct methods [J]. Atmospheric Measurement Techniques, 2023, 16 (6)
- [24] Harrison J W, Timmons M L, Denyszyn R B, et al. Evaluation of the EPA Reference Method for Measurement of Non-methane Hydrocarbons[J]. 1977.JIS B 7956: Continuous Analyzers for Hydrocarbons in Ambient air, Japan, 2006.
- [25] South Coast Air Quality Management District, Monitoring and Analysis Division. Quality Assurance Project Plan (QAPP) for AB 617 Community Air Monitoring Program: version 1[R]. Diamond Bar: South Coast Air Quality Management District, 2020.
- [26] 鲍雷,刘伟.甲烷非甲烷总烃自动监测仪日常维护及常见故障维修[J].分析仪器,2014 (4) : 119-123
- [27] 赵本好.淮南市环境空气中非甲烷总烃的检测及其问题探究[J].山东化工,2025,54 (13) : 102-104
- [28] 杨益,汤利,童益,唐永洪,伍丽娟.泸州市区环境空气非甲烷烃现状及对臭氧生成的研究[J].四川环境,2022,41 (3) :113-116
- [29] 郑文霞,郭新彬,郭雨萱,曾爱聪,魏帽,郭林飞,马远帆,郭福涛.大兴安岭典型乔木树种燃烧排放非甲烷总烃 (NMHCs) 的特性[J].林业科学,2020,56 (12) :101-113