

附件 7

《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范
(征求意见稿)》

编制说明

《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》标准编制组

二〇二〇年十二月

项目名称：《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》

项目统一编号：2019-L-16

承担单位：中国环境监测总站

编制组主要成员：夏青、邓继、孙毅、秦承华、闻欣、刘通浩、李莉
娜、敬红、王军霞、王婧。

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：楚宝临

目 录

1	项目背景.....	1
1.1	项目来源.....	1
1.2	工作回顾.....	1
2	标准制订的必要性.....	2
2.1	新形势对环境保护提出了新要求.....	2
2.2	标准体系的完善.....	3
2.3	现有 NMHC 在线监测技术成熟、完善污染源监测指标的要求.....	3
2.4	规范重点排污单位 VOCs 自动监控设施建设的需要.....	3
3	制订的原则、思路及技术依据.....	3
3.1	制订原则.....	7
3.2	制订依据.....	7
4	方法研究报告.....	9
4.1	适用范围.....	9
4.2	术语及定义.....	10
4.3	系统组成和功能要求.....	10
4.4	监测站房要求.....	11
4.5	安装要求.....	11
4.6	技术性能要求.....	11
4.7	技术性能指标调试检测.....	11
4.8	技术验收.....	12
4.9	日常运行管理要求.....	13
4.10	日常运行质量保证要求.....	14
4.11	数据审核和处理.....	14
5	相关技术指标的确定.....	15
5.1	NMHC-CEMS 技术指标.....	15
5.2	其它 CMS 技术指标.....	18
5.3	现场测试.....	18
附录 1	非甲烷总烃连续监测系统 (NMHC-CEMS) 样品传输管线伴热温度试验.....	31

《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》

编制说明

1 项目背景

1.1 项目来源

《大气污染防治行动计划》《中华人民共和国大气污染防治法》对挥发性有机物（VOCs）的管控均做出了相应规定。

各地如上海、广东、天津等地也做出了相关规定，上海市推出的《上海市工业挥发性有机物治理和减排方案》中提出，达到一定处理规模的末端处理装置应同时配置 VOCs 在线监测系统；广州《关于重点行业挥发性有机物综合整治的实施方案（2014-2017 年）》中，提出采用活性炭颗粒吸附治理技术的重点企业必须加装 VOCs 处理的其他设施或者安装总挥发性有机物（TVOCs）在线连续监测系统；天津市地方标准《工业企业挥发性有机物排放控制标准》中规定排放速率及排气量达到一定规模时须配套建设 VOCs 在线监测设备。

为规范指导 VOCs 自动监控设施建设运行，进一步提高 VOCs 污染源自动监测数据质量，更好地发挥自动监控在环境监管执法中的作用，生态环境部生态环境监测司于 2019 年将“固定污染源废气 非甲烷总烃自动监测技术规范”确立为绿色通道标准项目。中国环境监测总站作为牵头单位，上海市环境监测中心、江苏省南京环境监测中心、生态环境部环境工程评估中心作为协作单位，共同承担《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》的起草编制工作。项目统一编号为：2019-L-16。

1.2 工作过程

任务下达后，标准编制组主要开展了以下调查和研究工作：

（1）2019 年 8 月，成立标准制订工作编制组，确定任务分工，形成标准制订的技术路线。

（2）2019 年 9 月～10 月，整理前期已有工作基础，开展调研及资料收集工作。包括调研和总结《上海市固定污染源非甲烷总烃在线监测系统验收及运行技术要求（试行）》实施情况，整理和分析 2016 年～2018 年上海、南京等地企业现场连续监测设备比对和监测结果等。并就标准文本及编制说明开展编制组内讨论，在此基础上编制完成《固定污染源废气 非甲烷总烃自动监测技术规范》（初稿）。

（3）2019 年 11 月 5 日，编制组在北京组织召开《固定污染源废气 非甲烷总烃自动监测技术规范》（初稿）研讨会，邀请污染源监测、在线设备企业等行业专家对标准初稿进行讨论，基本确定了补充试验内容、根据试验结果修订标准中部分调试和验收技术指标的方向，并根据专家意见进一步完善标准文本。

（4）2019 年 12 月～2020 年 6 月期间，在上海开展了 8 家涉 VOCs 不同行业的废气现场测试和连续监测设备比对，以及非甲烷总烃连续监测系统（NMHC-CEMS）样品传输管线

伴热温度试验，在此基础上完成标准文本及编制说明（征求意见稿）。

（5）2020年7月13日，编制组以视频会议方式组织召开《固定污染源废气 非甲烷总烃自动监测技术规范》（征求意见稿）研讨会，邀请标准编制、污染源监测、在线设备企业等方面的专家对标准征求意见稿进行了讨论，会后编制组根据专家意见对标准文本和编制说明进行了完善。

（6）2020年9月25日，召开本标准征求意见稿技术审查会，专家组同意通过该标准征求意见稿的技术审查，提出以下修改意见：在术语和定义中删除有效日均值及其定义；标准文本中进一步补充站房防雷要求，优化监测平台安全要求的表述；对标准文本和编制说明进行编辑性修改。会后，编制组根据专家意见对标准文本和编制说明进行了进一步修改完善。

2 标准制订的必要性

2.1 新形势对环境保护提出了新要求

非甲烷总烃（Non-Methane Hydrocarbon, NMHC）是除甲烷以外的其它气态有机化合物，是环境监测领域常用的指标，多用来指示空气和废气中有机污染。其测定范围是一大类混合物，而不是某一种具体污染物，并且其组成与当地的污染源类型以及气象条件密切相关。研究表明非甲烷总烃可来源于汽车尾气、汽油挥发、工业排放、燃烧源和植物排放等。

大多数非甲烷总烃具有特殊气味并具有毒性、刺激性、致畸性和致癌性，能导致人体呈现种种不适症状，刺激眼睛和呼吸道，导致皮肤过敏反应，产生头痛、咽喉痛、乏力，特别是苯、甲苯以及甲醛会对人体健康造成极大损害。另外，非甲烷总烃中碳氢化合物与氮氧化物在紫外线的作用下，经过一系列复杂反应生成臭氧、过氧乙酰硝酸酯（PAN）、醛类等，可导致大气光化学烟雾，危害人类健康和植物生长。非甲烷总烃还参与大气中二次气溶胶形成，形成的二次气溶胶多为细颗粒，不易沉降，能较长时间滞留于大气中，对光线散射能力较强，从而降低大气的能见度。

常规污染物（颗粒物、SO₂、NO_x等）目前普遍得到控制，但VOCs在一些行业，特别是在城市中产生的污染问题日趋严重，造成光化学烟雾，O₃浓度升高，灰霾天气次数增加等环境问题，2010年各试点城市发生灰霾天数占全年天数的比例为20.5%~52.3%，且在近几年呈上升趋势。VOCs产生可分为自然源与人为源，而人为源中固定污染源排放废气是大气中VOCs的重要来源之一。近年来，为加强对VOCs排放的控制和管理，各地陆续将VOCs纳入标准管理，生态环境部也于2019年发布了《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019），为推进VOCs治理攻坚，2020年生态环境部印发《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》，并发布《挥发性有机物治理实用手册》等3本书籍和《石化行业挥发性有机物治理实用手册》等14个行业（领域）手册，“送政策、送技术、送方案”，供地方生态环境部门、有关企业和社会公众学习借鉴。

开展固定污染源VOCs的在线监测，评估和研究固定污染源对整个大气环境的影响，对VOCs排放及时监测预警，并采取相关措施合理控制排放，对改善环境质量有至关重要的作用。为落实《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22号）的总体部署，2018年8月30日生态环境部印发了《关于加强重点排污单位自动监控建设工

作的通知》（环办环监〔2018〕25号），要求重点排污单位中的 VOCs 排放重点源自 2019 年起应将 VOCs 项目纳入自动监控。为规范固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统的性能、质量，实施大气固定污染源排放污染物监测，生态环境部于 2018 年 12 月印发了《固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法（HJ 1013-2018）》。

2.2 标准体系的完善

与常规污染物（颗粒物、SO₂、NO_x 等）CEMS 类似，国家已发布《固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法（HJ 1013-2018）》来规范烟气 CEMS 系统仪器的功能和性能质量，还需配套制订相应的非甲烷总烃连续监测技术规范来指导 VOCs 连续监测系统的安装、调试、验收、运行，从而全面推动固定源废气 VOCs 连续监测系统在环保行业中的应用，为相应的环境管理工作提供技术支撑。

2.3 现有 NMHC 在线监测技术成熟、完善污染源监测指标的要求

作为大气中 VOCs 的重要来源，对工业排放源 VOCs 排放浓度、总量的监测势在必行，非甲烷总烃连续监测作为对有组织排放的一种有效监测方式，在上海、广东、天津等地市已投入广泛应用、技术已经比较成熟，已可以实现对工业排放源 VOCs 的综合污染物指标非甲烷总烃的连续监测。为此有必要拓展污染源在线连续监测指标，完善污染源监测技术体系，推进 VOCs 污染源在线连续监测系统标准化、规范化建设运行。

2.4 规范重点排污单位 VOCs 自动监控设施建设的需要

对于纳入重点排污单位名录的石化、化工、包装印刷、工业涂装等 VOCs 排放重点源，目前 VOCs 在线连续监测的配套技术规范尚不完善，为规范指导全国非甲烷总烃污染源在线连续监测系统建设工作，解决目前存在的设备选型混乱、安装不规范、运行不稳定等问题，需要制定非甲烷总烃连续监测技术规范。

3 国内外研究情况及发展

3.1 美国 EPA

美国 EPA 在 40 CFR PART 60 中配套有固定源废气 VOCs 的监测方法，同时颁布了一系列仪器性能要求标准（Performance Specification, PS），其中 PS 8 是污染源 VOCs 在线监测仪器的总纲，PS 8A 是用氢火焰离子化检测器（FID）原理监测总烃仪器的技术要求，PS 9 针对气相色谱法监测 VOCs 的仪器，PS 15 针对傅立叶红外法监测 VOCs 的仪器。

表 1 美国 VOCs 在线监测仪器性能要求

标准号	标准名称	性能要求	
PS 8	固定污染源挥发性有机物连续监测系统性能规范	监测对象	总量监测或组分监测
		监测原理	FID、PID、NDIR 或任何与排放组分相适应的原理
		量程漂移	应在 F.S.的±2.5% 以内

标准号	标准名称	性能要求	
		相对准确度	相对准确度 $\leq 20\%$ 或 10%排放限值，取大者。
		其他要求	校准时用与样气成分和比例一致的标气
PS 8A	固定污染源总碳氢连续监测系统规范和试验规程	监测对象	TOC
		监测原理	加热 FID，结果用等同于丙烷的 ppm 表示。
		采样系统	保证采样温度 150℃~175℃，并且全程无冷点。
		响应时间	≤ 2 min (95%最终稳定值)
		量程和零点漂移	应在 F.S.的 $\pm 3\%$ 以内。(每隔 24 h, 连续 7 d)。
		线性误差	$\pm 5\%$ 标准气体标称值
		测量周期	至少每 15 s 出一个数，1 分钟记录一次均值，小时均值为 60 个 1 分钟均值的计算结果。
PS 9	固定污染源气相色谱连续监测系统规范和试验规程	监测对象	VOCs 组分
		监测原理	色谱分离 VOCs 组分并进行监测
		采样系统	采样系统必须全程 120℃以上 (最低 120℃)，没有冷点。包括探头、校准阀、样品管线、色谱定量环、色谱柱温箱、检测器。
		漂移	24 h 内应在 F.S.的 $\pm 10\%$ 以内。
		线性偏差	$\leq 10\%$
		线性	线性相关系数 $R^2 \geq 0.995$
		分析周期	样品连续采样，样品分析时间 ≤ 5 min 或者具体规定，选小者。
PS 15	固定污染源抽取式 FTIR 连续监测系统规范和试验规程	监测对象	挥发性有机物和无机物 (非对称性气体分子)
		监测原理	傅立叶变换红外吸收原理
		采样系统	采样系统必须全程 120℃以上 (最低 120℃)，没有冷点。包括采样管，伴热线，采样泵，样气分配阀组，流量控制等。
		背景偏差	应在 $\pm 5\%$ 以内
		测量精度 (校准气体)	5% (考虑校准气 2%偏差, 0.93~1.07)

3.2 欧盟

欧盟关于 VOCs 总量监测的指标是 TOC，其主要推荐方法是 FID，EN 15267-3:2008-03 是欧盟关于 CEMS 的检测标准，所有类型 CEMS 都必须符合其要求，其中对于 VOCs 在线监测仪器单独提出了几个针对性指标，包括响应因子、干扰等。EN 12619:1999 是 TOC 监测方法标准，是 FID 法，其中关于仪器质控措施提出了一些指标要求。

表 2 欧盟 VOC 在线监测仪器性能要求

标准号	标准内容	目标化合物
EN 15267-3:2008-03	检测分为实验室和现场两部分，针对 TOC 的性能要求： 氧干扰 2%，响应因子：甲烷 0.9~1.2，脂肪烃 0.9~1.1， 芳香烃 0.8~1.1，二氯甲烷 0.75~1.15，脂肪醇 0.7~1.1， 酯类和酮类 0.7~1.0，有机酸 0.5~1.0。	TOC
EN 12619:1999	性能指标：检出限 0.4 mg/m ³ ，响应时间 (T90)：1 min， 线性误差 0.4 mg/m ³ ，响应因子：脂肪烃 0.90~1.10，芳 香烃 0.85~1.10，二氯甲烷 0.75~1.15，氧干扰 0.8 mg/m ³ ， 干扰气体影响 (SO ₂ , NO, NO ₂ , CO 等) ±1 mg/m ³ 。	TOC

3.3 中国台湾地区

中国台湾地区《固定污染源空气污染物连续自动监测设施管理办法》规定了二氧化硫、氮氧化物、VOCs 等六类污染物 CEMS 的性能指标要求，其目标化合物为总有机碳 (TOC)，检测器为 FID。

表 3 台湾地区 VOCs 在线监测仪器性能要求

标准名称	指标名称	指标要求	
固定污染源空气污 染物连 续自动监 测设施管理办法	相对准确度	测试查核 (调试)	排放标准 ≥100 μmol/mol 时： (1) 参比方法测定结果平均值 ≥50%排放标准时， 相对准确度不超过 20%； (2) 参比方法测定结果平均值 <50%排放标准时， 相对准确度不超过 10%。 排放标准 <100 μmol/mol 时： 相对准确度不超过 15%
		查核 (验收)	排放标准 ≥100 μmol/mol 时： (1) 参比方法测定结果平均值 ≥50%排放标准时， 相对误差不超过 ±15%； (2) 参比方法测定结果平均值 <50%排放标准时， 相对误差不超过 ±7.5%； 排放标准 <100 μmol/mol 时： 相对误差不超过 ±11.5%
	零点和量程漂 移 (24 h)	≤5% F.S.	
	示值误差	≤15%	
	操作测试时间	≥168 h	
响应时间	≤15 min		

3.4 其他

上海市于 2015 年开始了针对固定污染源 VOCs 在线监测的相关工作，并结合国内外的相关经验以及本市开展相关现场试验的实际情况，先后发布了《上海市固定污染源非甲烷总烃在线监测系统安装及联网技术要求（试行）》以及《上海市固定污染源非甲烷总烃在线监测系统验收及运行技术要求（试行）》两项技术要求，对 NMHC-CEMS 从安装、调试、验收到运行的全过程进行了规范。

为规范固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统的性能、质量，实施大气固定污染源排放污染物监测，生态环境部于 2018 年 12 月印发了《固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法（HJ 1013-2018）》。其作为国家标准涵盖面更全，应用更广泛，针对 NMHC-CEMS 的现场检测项目中准确度要求与上海市发布的技术要求相比较为宽松。

表 4 HJ 1013-2018 与上海市 NMHC-CEMS 相关规范中准确度要求的比较

标准名称	指标要求	
上海市固定污染源非甲烷总烃在线监测系统验收及运行技术要求（试行）	调试	排放标准 $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$ 时： （1）参比方法测定结果平均值 $\geq 50\%$ 排放标准时，相对准确度不超过 20%； （2）参比方法测定结果平均值 $< 50\%$ 排放标准时，相对准确度不超过 10%； 排放标准 $< 100 \mu\text{mol/mol}$ 时： 相对准确度不超过 15%
	验收	排放标准 $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$ 时： （1）参比方法测定结果平均值 $\geq 50\%$ 排放标准时，相对误差不超过 $\pm 15\%$ ； （2）参比方法测定结果平均值 $< 50\%$ 排放标准时，相对误差不超过 $\pm 7.5\%$ ； 排放标准 $< 100 \mu\text{mol/mol}$ 时： 相对误差不超过 $\pm 11.5\%$
HJ 1013-2018	现场检测	当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值： a. $< 50 \text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ ； b. $\geq 50 \text{ mg/m}^3 \sim < 500 \text{ mg/m}^3$ 时，相对准确度 $\leq 40\%$ ； c. $\geq 500 \text{ mg/m}^3$ 时，相对准确度 $\leq 35\%$

HJ 1013-2018 发布之后，天津、广东、江苏等省市以其为主要参考相继发布了相关标准及规范，主要内容及技术指标与 HJ 1013 一致。天津于 2019 年 10 月印发《固定污染源废气 非甲烷总烃排放连续监测系统验收技术指南（试行）》的通知；江苏省于 2019 年 12 月起草了《固定污染源废气 挥发性有机物在线监测技术规范（征求意见稿）》；广东省于 2020 年 6 月制定了《固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统氢火焰离子化检测器（FID）法技术规范》（试行）。本标准在编制过程中充分考虑了上述标准的具体要求，并借鉴引用了 HJ 75 中站房设置、调试方法、部分记录表格等要求，以及一起配套服务于排放标准的 HJ 1

013 中技术性能要求、部分计算公式和记录表格等。

4 制订的原则、思路及技术依据

4.1 制订原则

本标准制订注重与国家相关环保政策方针保持一致，在实现环境保护目标的同时，全面推进全国非甲烷总烃连续监测系统建设安装、调试、验收、运行，从而全面推动固定污染源废气 VOCs 连续监测系统在环保行业中的应用，为相应的环境管理工作提供技术支撑。

(1) 在切合非甲烷总烃相关环境管理要求下，将固定污染源废气中非甲烷总烃连续监测系统的建设、运行和管理要求进行精简整合，提高环境管理效能。

《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）中相关要求、表格、方法可以适用于非甲烷总烃连续监测系统的内容，适当直接参照引用。

(2) 经过充分调研论证，既确保环境保护管理制度的整体相容性，又根据非甲烷总烃的特殊性及非甲烷总烃连续监测系统的情况对技术规范中相关要求的具体调整，强化各项环境管理制度的有效性。

(3) 考虑了涉及到非甲烷总烃监测的各行业要求，覆盖信息全面，适用于各行业对非甲烷总烃连续监测系统的建设、运行和管理。

4.2 制订依据

- (1) 《中华人民共和国大气污染防治法》
- (2) 国务院《大气污染防治十条措施》
- (3) 《大气污染防治行动计划》
- (4) 《关于加强重点排污单位自动监控建设工作的通知》
- (5) 《固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1013-2018）
- (6) 《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）
- (7) 编制组开展实验室、现场试验测试数据

4.3 制订技术路线

(1) 综合梳理国家生态环境保护政策、法律、法规和标准，特别是污染防治攻坚、污染物排放控制、排污许可等方面，进行充分地需求分析。调研近年来固定污染源 VOCs 在线监测系统国内外的的发展，结合现有的标准、文献资料、调查情况，对比研究其应用领域、技术指标；

(2) 开展不同的现场实地调研，确定排污口安装位置、监测平台、监测站房等的技术要求；

(3) 结合《固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1013-2018）、上海及其他省市地方的相关技术规范以及已有实验数据，设计和开展相关现场实验，明确 CEMS 的调试、验收各项技术指标要求；

(4) 进一步确定日常运行维护管理、质量保证、数据审核处理等的基本要求。

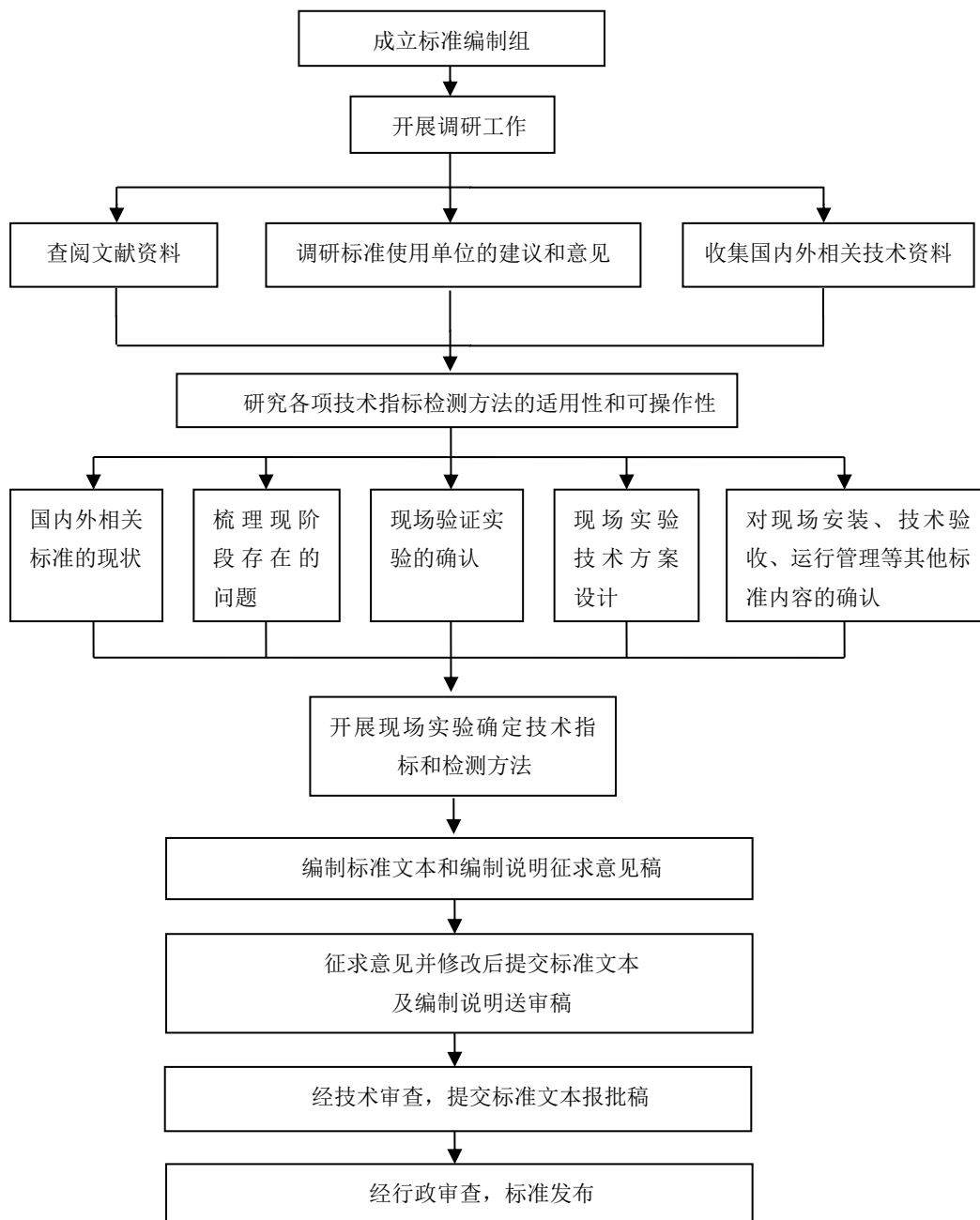


图 1 标准制订的技术路线

5 方法研究报告

5.1 适用范围

本标准规定了固定污染源废气排放连续监测系统中的非甲烷总烃排放和有关气体排放参数连续监测系统的组成和功能、技术性能、监测站房、安装、技术指标调试检测、技术验收、日常运行管理、日常运行质量保证以及数据审核和处理的有关要求。

本标准适用于采用氢火焰离子化检测器（FID）的固定污染源废气中非甲烷总烃连续监

测系统。

非甲烷总烃是目前全国和各地 VOCs 相关控制标准中最常见、最常用的控制指标，考虑到在全国废气 VOCs 重点污染源统一安装、统一监测非甲烷总烃项目的需要，本标准仅对采用 FID 测量固定污染源排气中非甲烷总烃连续监测系统提出要求。

5.2 术语及定义

本标准规定了非甲烷总烃、连续监测系统、非甲烷总烃连续监测系统、有效数据、有效小时均值、分析周期、参比方法、校验、比对监测和系统响应时间 10 个术语。

关于非甲烷总烃的定义，已发布的若干标准中均有规定。《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）及《大气污染物排放标准详解》中，非甲烷总烃指除甲烷以外所有碳氢化合物的总称，主要包括烷烃、烯烃、芳香烃和含氧烃等组分，主要是具有 C2~C12 的烃类物质。《固定污染源排气中非甲烷总烃的测定—气相色谱法》（HJ 38-1999）将非甲烷总烃定义为“除甲烷以外的碳氢化合物（其中主要是 C2~C8）的总称”。《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》（HJ 38-2017）中定义为，在标准规定的测定条件下，在 FID 上有响应的气态有机化合物的总和。《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》（HJ 604-2017）中定义为，在标准规定的测定条件下，从总烃中扣除甲烷以后其他气态有机化合物的总和。考虑到本标准针对固定污染源废气中的非甲烷总烃，且出于统一监测的考虑，对监测方法也作了采用 FID 测量的规定，故术语及定义中采用和借鉴了 HJ 38 中对非甲烷总烃的定义。

本标准引用固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范（HJ 75-2017）（以下简称 HJ 75）中连续监测系统的定义，即连续监测固定污染源烟气参数所需要的全部设备。

参考 HJ 75 中烟气排放连续监测系统的定义，规定非甲烷总烃连续监测系统为：连续监测固定污染源废气中非甲烷总烃排放浓度和排放量所需的全部设备。

有效数据、有效小时均值、分析周期、参比方法、校验、系统响应时间、相对准确度的定义，主要参考了 HJ 75 中的定义表达。

5.3 系统组成和功能要求

固定污染源 NMHC-CEMS 系统由 NMHC 监测单元和废气参数监测单元、数据采集与处理单元组成，以满足相关排放标准对于废气中 NMHC 的浓度、速率等测定的要求。

NMHC-CEMS 应当实现测量烟气中非甲烷总烃浓度、烟气参数（温度、压力、流速或流量、湿度以及含氧量等），同时计算废气中污染物排放速率和排放量，显示（可支持打印）和记录各种数据和参数，形成相关图表，并通过数据、图文等方式传输至管理部门等功能。输出参数计算应满足本标准附录 A 的要求。

对于含氧量参与污染物折算浓度计算的，应按本标准附录 A 中公式（A.4）换算为大气污染物基准排放浓度。

对于采用热湿法测量污染物浓度的 NMHC-CEMS 应安装湿度 CMS，按照本标准附录 A 中公式（A.9）进行湿基值和干基值的换算。

5.4 监测站房要求

满足 HJ 75 固定污染源烟气排放连续监测系统监测站房要求。

若采用氢气钢瓶作为工作气源的，则应在监测站房内安装可燃气体报警器，站房外张贴显著的防火标识，防爆区域同时应按照 GB 3836.1 中相关规定配备防爆等安全设施。

考虑到仍存在部分企业采用氢气钢瓶作为工作气源，而 GB 3836.1 中没有对氢气报警器做出要求，所以本标准对采用氢气钢瓶作为工作气源的，增加了在监测站房内安装可燃气体报警器，站房外张贴显著的防火标识的要求。

5.5 安装要求

满足 HJ 75 中安装位置要求。监测点位设置标准发布后，从其规定。

满足 HJ 75 中安装施工要求。

室外部件的外壳或外罩还应至少达到 GB/T 4208 中 IP55 防护等级要求。样品传输管线应具备稳定、均匀加热和保温的功能，加热温度应保证在 120℃ 以上，以确保废气在采样传输过程中不会因为温度降低而发生结露，从而避免废气中水溶性组分损失，延长管路寿命。加热温度值应能够在机柜或系统软件中显示查询。

目前针对 VOCs 排放的处理净化设施呈现多样化，某些企业废气排放温度与环境温度接近，企业认为此类情形无需对样品进行加热传输，提出了相关疑议。但是标准编制组研究发现 NMHC-CEMS 全过程校准时，通入甲烷、丙烷标准气体时稳定较快、测定结果准确，但通入高沸点标准气体时会出现稳定时间长、测定结果偏低的现象。标准编制组开展了进一步的相关试验研究，考虑到之前标准对非甲烷总烃定义为除甲烷外的所有可挥发的碳氢化合物（其中主要是 C2~C8），因此试验选择以 8 个碳的辛烷作为研究对象，验证了存在传输管线未加热或加热温度不够造成对高沸点 VOCs 的吸附，并确定 120℃ 为合适的加热温度可以降低伴热管线的吸附率，增加 NMHC-CEMS 监测数据的准确性。相关试验数据详见附录 1。

考虑到 VOCs 排放企业行业种类繁多、烟气成分复杂，规定固定污染源排放废气中含强腐蚀性气体时，样品经过的器件或管路需选用耐腐蚀性材料。

5.6 技术性能要求

满足 HJ 1013 中 5.1~5.4 的技术要求及 6.1~6.2 相关性能指标要求。

5.7 技术性能指标调试检测

NMHC-CEMS 在完成安装、初调，并连续运行 168 h 后，应进行为期 72 h 的技术性能指标的调试检测。调试检测的技术性能指标包括：

- a) NMHC-CEMS 分析周期；
- b) NMHC-CEMS 系统响应时间；
- c) NMHC-CEMS 零点漂移、量程漂移；
- d) NMHC-CEMS 示值误差；
- e) NMHC-CEMS 准确度；

- f) 流速 CMS 准确度;
- g) 流速 CMS 速度场系数;
- h) 流速 CMS 速度场系数精密度;
- i) 温度 CMS 准确度;
- j) 湿度 CMS 准确度。

对于安装有氧气 CMS 装置的, 调试检测的技术性能指标还应包括:

- a) 氧气 CMS 零点漂移、量程漂移;
- b) 氧气 CMS 示值误差;
- c) 氧气 CMS 系统响应时间;
- d) 氧气 CMS 准确度。

本标准要求的准确度检测须在生产设备正常且稳定运行的条件下开展。

NMHC-CEMS 调试检测和验收技术指标包括: 示值误差、分析周期、系统响应时间、24 h 漂移以及准确度。考虑到分析周期无法对气体传输时间加以限制, 传输时间过长一方面会影响在线数据的准确和稳定性, 另一方面也会增加运维工作的难度, 因此, 将系统响应时间也作为调试检测和验收技术指标中必不可少的一项。

氧气 CMS 调试检测和验收技术指标包括示值误差、系统响应时间、零点漂移、量程漂移以及准确度。

流速 CMS、温度 CMS、湿度 CMS 调试检测和验收技术指标为准确度。

各技术性能指标的调试检测方法按照本标准附录 B 进行, 指标的间接参数流速 CMS 速度场系数及其精密度指标的调试检测参照 HJ 75 附录 A 执行, 不再延伸引用。

5.8 技术验收

5.8.1 总体要求

CEMS 在完成安装、调试检测并和主管部门联网后, 应进行技术验收, 包括 CEMS 技术指标验收和联网验收。其中, 技术指标验收中的准确度验收应在其他各项技术指标验收合格后开展。

5.8.2 技术验收条件

- a) NMHC-CEMS 的安装位置及手工采样位置符合本标准第 7 章的要求;
- b) 数据采集和传输以及通信协议均应符合 HJ/T 212 要求, 并提供一个月内数据采集和传输自检报告, 报告应对数据传输标准的各项内容做出响应;
- c) 根据本标准第 8 章要求, 进行了 72 h 调试检测, 并提供调试检测合格报告及调试检测结果数据;
- d) 调试检测后至少稳定运行 7 d。

5.8.3 技术指标验收

技术指标验收一般要求包括:

- a) NMHC-CEMS 技术指标验收包括 NMHC-CEMS 和烟气参数 CMS 技术指标验收。

b) 验收前 24 h, NMHC-CEMS 供应商需对待测 NMHC-CEMS 进行零点和量程校准, 记录设备的零点和量程读数, 以此作为验收时计算 24 h 零点漂移和量程漂移的初始读数。验收期间除本标准规定的操作外, 不允许对 NMHC-CEMS 进行零点和量程校准、维护、检修、调节。

c) 验收前应检查采样伴热管的设置, 应符合本标准 7.2 的相关规定。

d) 验收期间, 生产设备应正常且稳定运行, 可通过调节生产工况或废气净化设备达到某一稳定的排放状况。

e) 验收时必须采用有证标准物质或标准样品(不确定度不超过 $\pm 2\%$), 标准物质采用甲烷和丙烷标气或者两者混合气体, 零气可使用氮气或除烃空气(其中碳氢化合物不得高于 0.3 mg/m^3), 且在有效期内。

f) 对于 NMHC-CEMS, 当对全系统进行零点校准和量程校准、示值误差和系统响应时间的检测时, 零气和标准气体应通过预设管线输送至采样探头处, 经由样品传输管线回到站房, 经过全套预处理设施后进入气体分析仪, 不得直接通入气体分析仪。

g) 日常运行中更换 NMHC-CEMS 分析仪表或变动 NMHC-CEMS 取样点位时, 应分别满足本标准 7.1 和 7.2 的要求, 并进行再次验收。

技术指标验收内容包括: 零点漂移、量程漂移、示值误差、分析周期、系统响应时间和准确度验收。技术指标要求见表 1, 操作步骤和计算公式按照 HJ 1013 中 7.2 现场检测要求和方法、HJ 75 中 9.3.3 气态污染物 CMES 和氧气 CMS 技术指标验收、HJ 75 中 9.3.4 烟气参数 CMS 技术指标验收的相关要求执行。

采用参比方法进行准确度验收时, 流速、烟温、湿度有效数据不少于 5 个, 非甲烷总烃有效数据不少于 9 个, 并取测试平均值与同时段 NMHC-CEMS 平均值进行准确度计算。

对于安装有氧气 CMS 装置的, 还需要对氧含量进行验收, 其有效数据不少于 9 个, 并取测试平均值与同时段氧气 CMS 平均值进行准确度计算。

技术指标要求见本标准表 1, 操作步骤和计算公式按照 HJ 1013 中 7.2 现场检测要求和方法、HJ 75 中 9.3.3 气态污染物 CMES 和氧气 CMS 技术指标验收、HJ 75 中 9.3.4 烟气参数 CMS 技术指标验收的相关要求执行。

准确度验收时, 待测 NMHC-CEMS 与参比测试方法同步对现场排放非甲烷总烃进行测量。参比方法可选用 HJ 38 方法。

待国家制订发布其它非甲烷总烃测试方法标准后, 也可作为参比测试方法供选用。

5.8.4 联网验收

联网验收内容和技术指标参照 HJ 75、HJ/T 212 的相关要求。

5.9 日常运行管理要求

NMHC-CEMS 日常运行管理应包括日常巡检和日常维护保养, 需满足 HJ 75 中 10.2 日常巡检和 10.3 日常维护保养的相关要求, 本标准针对运维、检测人员的安全制度提出:

- a) 运维、检测人员必须参加安全培训;
- b) 运维、检测人员要熟知防火防爆常识, 会熟练使用消防器材;
- c) 设置安全监督员制度, 在维护检测作业中, 安全员必须实施全程监督;

- d) 必须穿着防静电工作服和防静电工作鞋，在检测现场严禁穿脱和拍打衣服，不得梳头和追逐打闹；
- e) 严禁火种带入检测现场；
- f) 雷雨天须停止检测作业，防止雷击。

5.10 日常运行质量保证要求

定期校准应满足 HJ 75 中 11.2 定期校准的相关要求。

针对 NMHC-CEMS 维护中需要注意的相关问题，规定定期维护应做到：

- a) 对于使用氢气钢瓶的，要每周巡检钢瓶气压力并记录，有条件的应做到一用一备；
- b) 至少每周检查一次氢气发生器变色硅胶的变色情况，超过 2/3 变色更换变色硅胶；
- c) 对于使用氢气发生器的，应按其说明书规定，定期检查氢气压力、氢气发生器电解液等，根据使用情况及时更换，定期添加纯净水；
- d) 至少每周检查一次除烃装置温度是否保持在 350℃ 以上；
- e) 至少每周检查一次出峰时间与标准谱图一致性情况是否符合仪器使用手册要求；
- f) 至少每月检查一次燃烧气连接管路的气密性，NMHC-CEMS 的过滤器、采样管路的结灰情况，若发现数据异常应及时维护；
- g) 至少每半年检查一次零气发生器中的活性炭和 NO 氧化剂，根据使用情况进行更换；
- h) 使用催化氧化装置的 NMHC-CEMS 每年用丙烷标气检验一次转化效率，保证丙烷转化效率在 95% 以上，否则需更换催化氧化装置；
- i) 更换主要部件如色谱柱、定量环时需对分析仪进行多点校准，并记录校准数据和过程，校准数据符合技术要求并且稳定后才可投入运行；
- j) 定期维护记录按本标准附录 E 中的表格形式记录。

另外本标准对标准物质提出了以下要求：

- a) 标准气体要求贮存在铝或不锈钢瓶中，有效期在 12 个月以上（含 12 个月）的，不确定度不超过 ±2%。零气可使用氮气或除烃空气，其中碳氢化合物不得高于 0.3 mg/m³；
- b) 运行维护过程中，若考虑到成本采用自配标样，必须用有证标准物质对自配标样进行验证，验证结果必须在标准值允许范围内。采用稀释设备对标准气体进行稀释配比的，稀释设备的精度小于 1%。

5.11 数据审核和处理

NMHC-CEMS 数据审核、NMHC-CEMS 数据无效时间段数据处理参照 HJ 75 中的相关规定执行，数据记录与报表参照本标准附录 C。附录 C 提供了非甲烷总烃及主要参数的记录表格。

6 相关技术指标的确定

6.1 NMHC-CEMS 技术指标

6.1.1 示值误差

NMHC-CEMS 调试检测和验收示值误差技术要求主要参考 HJ 75 中 SO₂、NO_x 的示值误差技术要求，但根据 NMHC-CEMS 的量程实际设置情况分为当量程>100 mg/m³时不超过±5%标准气体的标称值和量程≤100 mg/m³时不超过±2.5%满量程两种情况，结合 2016 年至今的大量现场测试结果，这一设定与目前市面上大多数 NMHC-CEMS 的性能相符。

表 5 各因子示值误差技术指标要求

标准编号	目标物	示值误差技术指标要求
HJ 75	二氧化硫	当满量程≥100 μmol/mol (286 mg/m ³) 时，示值误差不超过±5%（相对于标准气体标称值）； 当满量程<100 μmol/mol (286 mg/m ³) 时，示值误差不超过±2.5%（相对于仪表满量程值）。
	氮氧化物	当满量程≥200 μmol/mol (410 mg/m ³) 时，示值误差不超过±5%（相对于标准气体标称值）； 当满量程<200 μmol/mol (410 mg/m ³) 时，示值误差不超过±2.5%（相对于仪表满量程值）。
本标准	NMHC	当量程>100 mg/m ³ 时， 示值误差不超过±5%标准气体的标称值； 当量程≤100 mg/m ³ 时， 示值误差不超过±2.5% F.S。

6.1.2 分析周期

NMHC-CEMS 调试检测和验收分析周期技术要求参照 HJ 1013 制订。

6.1.3 系统响应时间

NMHC-CEMS 调试检测和验收系统响应时间参考 HJ 1013 中分析周期≤3 min 的要求，考虑到还应对气体传输时间加以适当的限制，结合上海等地市的技术要求以及当地的施行情况、并综合现场对国产及进口 NMHC-CEMS 现场仪器性能测试数据分析，本技术要求规定系统响应时间≤300 s。

表 6 现场测试不同品牌 NMHC-CEMS 响应时间汇总

仪器商	响应时间 (s)	仪器原理	仪器商	响应时间 (s)	仪器原理
1	208	色谱法	16	50	催化法
2	235	色谱法	17	146	色谱法
3	310	色谱法	18	151	色谱法

仪器商	响应时间 (s)	仪器原理	仪器商	响应时间 (s)	仪器原理
4	35	催化法	19	150	色谱法
5	159	色谱法	20	163	色谱法
6	236	色谱法	21	200	色谱法
7	221	色谱法	22	38	催化法
8	220	色谱法	23	40	催化法
9	267	色谱法	24	201	色谱法
10	139	色谱法	25	211	色谱法
11	42	催化法	26	170	色谱法
12	189	色谱法	27	198	色谱法
13	257	色谱法	28	200	色谱法
14	208	色谱法	29	52	催化法
15	204	色谱法	30	220	色谱法

6.1.4 24h 漂移

NMHC-CEMS 调试检测和验收 24 h 漂移技术要求参照 HJ 1013 制订。

6.1.5 准确度

NMHC-CEMS 调试检测和验收准确度技术要求形式参考 HJ 1013 中的相关要求制订。其中针对参比方法测量非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值 $<50 \text{ mg/m}^3$ 时，本标准要求绝对误差 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ ；与 HJ 1013 相比，提高了准确度的要求。

综合部分国家及部分地方涉及 VOCs 的排放标准，相关排放限值如下：

表 7 国家及地方 VOCs 排放标准

	标准名称	标准编号	NMHC 排放限值 (mg/m^3)
国家标准	石油炼制工业污染物排放标准	GB 31570-2015	30/60 120
	石油化学工业污染物排放标准	GB 31571-2015	120
	合成树脂工业污染物排放标准	GB 31572-2015	60/100
	制药工业大气污染物排放标准	GB 37823-2019	60/100
	国家涂料油墨胶粘剂大气污染物排放标准	GB 37824-2019	60/100
	农药工业大气污染物排放标准	征求意见	50/80
北京市	木质家具制造业大气污染物排放标准	DB 11/1202-2015	10/40
	工业涂装工序大气污染物排放标准	DB 11/1226-2015	50/80
上海市	汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准	DB 31/859-2014	30
	印刷行业大气污染物排放标准	DB 31/872-2015	50
	涂料、油墨及其类似产品制造工业大气污染物排放标准	DB 31/881-2015	50

	标准名称	标准编号	NMHC 排放限值 (mg/m ³)
	上海市大气污染物综合排放标准	DB 31/933-2015	70
浙江省	生物制药工业污染物排放标准	DB 33/923-2014	80/120
江苏省	化学工业挥发性有机物排放标准	DB 32/3151-2016	80

随着近年来国家及地方对企业 VOCs 排放管控力度的提高，制订的相关标准中 NMHC 排放限值日趋严格，整体来看多数要求在 80 mg/m³ 以下。另外目前市面上 VOCs 控制技术成熟且多样化，包括生物降解、焚烧、催化燃烧、光催化、低温等离子以及活性炭吸附等的选择应用，大部分企业 VOCs 的实际排放浓度控制在 <50 mg/m³ 的浓度水平，因此标准编制组针对 <50 mg/m³ 的排放水平开展了进一步的深入研究，而对于较高的浓度水平而言，一方面可供试验的排放现场较少，大多数企业的 NMHC-CEMS 仅在排口安装、而未在处理工艺前端安装；另一方面针对高浓度目前手工参比测试需把控的环节较多、难度相对较高，经综合考虑，本标准针对参比法测量 ≥ 50 mg/m³ 的浓度水平，仍依照 HJ 1013 中的相应要求执行。

考虑到 NMHC-CEMS 在国内经过数年的发展，各项技术性能已进一步优化成熟，标准编制组结合之前 NMHC-CEMS 发展应用阶段相关试验数据，进一步针对排放浓度 <50 mg/m³ 的排放源选取了不同品牌、原理的 NMHC-CEMS 开展了相关测试试验，综合试验数据标准编制组认为在较低浓度范围内，HJ 1013 中绝对误差 ≤ 20 mg/m³ 的要求较为宽松，因此本标准要求针对参比方法测量非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值 <50 mg/m³ 时，绝对误差 ≤ 10 mg/m³。具体试验数据见 6.3。

表 8 NMHC-CEMS 调试检测和验收技术要求

检测项目		技术要求	
NMHC-CEMS	非甲烷总烃	示值误差	当量程 > 100 mg/m ³ 时， 示值误差应在标准气体的标称值的 ± 5% 以内； 当量程 ≤ 100 mg/m ³ 时， 示值误差应在 F.S. 的 ± 2.5% 以内。
		分析周期	≤ 180 s
		系统响应时间	≤ 300 s
		24 h 漂移	应在 F.S. 的 ± 3% 以内。
		准确度	当参比方法测量非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值： a. < 50 mg/m ³ 时，绝对误差应在 ± 10 mg/m ³ 以内； b. ≥ 50 mg/m ³ ~ < 500 mg/m ³ 时，相对准确度 ≤ 40%； c. ≥ 500 mg/m ³ 时，相对准确度 ≤ 35%。
氧气 CMS	O ₂	示值误差	应在标准气体的标称值 ± 5% 以内。
		系统响应时间	≤ 200 s
		24 h 漂移	应在 F.S. 的 ± 2.5% 以内。
		准确度	> 5.0% 时，相对准确度 ≤ 15%。 ≤ 5.0% 时，绝对误差应在 ± 1.0% 以内。

检测项目			技术要求
流速 CMS	流速	准确度	流速>10 m/s 时, 相对误差应在±10%以内。
			流速≤10 m/s 时, 相对误差应在±12%以内。
温度 CMS	温度	准确度	绝对误差应在±3℃以内
湿度 CMS	湿度	准确度	废气湿度>5.0%时, 相对误差应在±25%以内。
			废气湿度≤5.0%时, 绝对误差应在≤±1.5%以内。
注: (1) 以上各技术指标区间划分以参比方法测量结果为准; (2) F.S.表示满量程; (3) NMHC 排放浓度单位换算按照 HJ 1013 附录 C 执行; (4) 示值误差计算方法按照 HJ 75 中 9.3.3.2 执行; (5) 若采用 HJ 38 作为参比方法时, 应对样品进行加热后分析。			

6.2 其它 CMS 技术指标

氧气 CMS、流速 CMS、温度 CMS 以及湿度 CMS 调试检测和验收相关技术指标均参照 HJ 75 制订。

6.3 现场验证

编制组以实际排放废气为研究对象开展了一系列现场测试, 测试涵盖了汽车制造、石油化工、电子制造、污水处理、农化产品生产、固体废物处理等多个涉 VOCs 排放行业, 废气处理采用了应用成熟广泛的多种废气处理工艺, 排放废气涉及多种温度、湿度等不同特征, 且测试对象包含了目前市面上多种品牌及不同原理的 NMHC-CEMS, 具有一定代表性。

6.3.1 某汽车制造企业

测试时间: 2016 年

仪器: 6 家色谱法/催化法非甲烷总烃连续监测系统

排口: 汽车涂装车间废气排放

处理工艺: RTO

1) 性能检测结果

表 9 性能检测结果

仪器商	原理类型	示值误差	系统响应时间	零点漂移	量程漂移
A	色谱法	0.7%~1.4%	208s	-0.21%	-1.0%
B	色谱法	-1.3%~1.0%	235	0.10%	2.36%
C	色谱法	-2.1%~1.6	310	0.18%	1.79%
D	催化法	-2.7%~0.4%	35	0.30%	0.29%
E	色谱法	-1.9%~0.5%	159	-0.20%	2.07%
F	色谱法	-1.7%~-0.5%	236	0.63%	-1.08%

2) 非甲烷总烃准确度测试结果

表 10 NMHC 出口测试结果

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)					
		A	B	C	D	E	F
Y1-1	14.1	7.10	13.5	18.6	11.3	14.4	11.2
Y1-2	29.3	16.5	11.1	14.6	11.6	13.4	11.2
Y1-3	26.6	17.5	13.5	18.2	10.6	12.5	12.0
Y1-4	30.6	18.3	12.0	17.4	11.2	13.8	12.0
Y1-5	28.4	15.4	12.2	13.5	11.4	13.4	12.3
Y1-6	34.7	16.8	9.32	11.6	9.48	9.32	12.5
Y1-7	34.6	19.2	13.1	17.3	10.8-	14.5	12.5
Y1-8	33.7	17.2	11.2	15.7	10.7	11.6	12.5
Y1-9	33.4	17.1	14.6	19.8	11.8	16.0	10.8
Y1-10	26.2	14.3	13.4	16.2	11.1	14.9	12.3
Y1-11	30.2	16.9	13.4	16.5	11.2	14.9	10.9
Y1-12	29.0	17.7	13.4	16.2	11.2	14.3	8.97
Y1-13	23.8	9.89	14.0	17.5	10.7	12.9	8.97
Y1-14	25.4	11.6	14.0	17.2	10.6	13.2	8.97
Y1-15	30.3	13.6	14.0	17.0	10.6	14.0	9.60
Y1-16	27.7	12.5	12.8	16.4	10.5	12.8	11.1
Y1-17	20.4	9.26	12.8	16.2	10.5	12.9	9.76
Y1-18	25.4	11.7	13.3	15.8	10.6	13.6	10.9
Y1-19	19.6	11.1	13.5	16.8	11.0	14.3	11.3
Y1-20	19.6	9.78	13.5	17.0	11.0	14.1	11.1
Y1-21	20.0	9.20	13.8	16.9	11.0	14.1	11.3
Y1-22	17.3	8.73	12.1	14.7	10.0	13.6	10.1
Y1-23	13.6	6.34	12.1	14.9	10.4	13.9	9.90
Y1-24	17.3	9.31	10.6	15.7	10.8	13.5	14.4
Y1-25	10.5	10.6	9.52	13.9	9.38	10.3	7.03
Y1-26	7.60	12.1	12.6	15.1	10.8	10.6	8.60
Y1-27	10.0	14.1	11.5	16.3	10.7	10.8	7.62
Y1-28	10.9	12.9	9.04	16.3	8.93	14.7	10.1
Y1-29	8.30	12.1	9.01	17.0	10.7	14.6	10.9

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)					
		A	B	C	D	E	F
Y1-30	8.50	15.2	7.79	14.4	10.9	11.7	10.8

将同时段 NMHC 在线仪器监测数据和按照参比方法 HJ 38 手工监测数据作对比，得到非甲烷总烃准确度测试结果（下同）。按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 < 50 mg/m³ 时，绝对误差 ≤ 20 mg/m³，6 套 NMHC-CEMS 共计 180 组数据中 164 组数据满足此要求，16 组数据不满足此要求，达标率为 91%。按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 < 50 mg/m³ 时，绝对误差 ≤ 10 mg/m³，6 套 NMHC-CEMS 共计 180 组数据中 87 组数据满足此要求，93 组数据不满足此要求，达标率为 48.3%。

表 11 NMHC 进口测试结果

样品编号	手工气袋 A (mg/m ³)	手工气袋 B (mg/m ³)	手工气袋 C (mg/m ³)	在线 (mg/m ³)
Y2-1	646	569	555	577
Y2-2	446	415	403	479
Y2-3	630	546	506	477
Y2-4	598	452	445	447
Y2-5	427	337	324	411
Y2-6	696	421	413	464
Y2-7	684	571	505	596
Y2-8	794	623	592	709

按照本标准的要求：当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 ≥ 50 mg/m³ ~ < 500 mg/m³ 时，相对准确度 ≤ 40%；≥ 500 mg/m³ 时，相对准确度 ≤ 35%。使用 3 种不同材质气袋同时进行手工采样，参与试验的 NMHC-CEMS 数据均可以达到此要求。

6.3.2 某石化企业

测试时间：2017 年

所属行业：石化行业 VOCs 排放

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：含苯聚酯污水处理工艺产生废气排放

处理工艺：生物滤池

(1) 性能检测结果

表 12 性能检测结果

仪器商	示值误差	系统响应时间	零点漂移	量程漂移
-----	------	--------	------	------

A	0%~1.0%	221s	0.17%	-0.8%
---	---------	------	-------	-------

(2) 非甲烷总烃准确度测试结果

表 13 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)	样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1	18.8	19.0	Y30	26.9	33.0
Y2	23.8	19.4	Y31	27.3	32.8
Y3	22.5	19.8	Y32	30.0	32.8
Y4	22.6	20.1	Y33	32.2	32.9
Y5	24.7	20.4	Y34	33.1	32.7
Y6	22.1	21.0	Y35	31.2	32.5
Y7	26.2	21.9	Y36	23.8	32.7
Y8	24.3	22.3	Y37	32.6	32.3
Y9	22.9	22.8	Y38	32.0	32.3
Y10	26.3	23.2	Y39	30.7	32.1
Y11	22.7	23.3	Y40	23.3	23.9
Y12	19.9	23.6	Y41	22.6	24.4
Y13	20.2	23.8	Y42	22.8	24.1
Y14	25.1	24.0	Y43	21.4	24.0
Y15	25.6	23.8	Y44	21.1	23.9
Y16	25.7	24.0	Y45	22.1	24.0
Y17	24	24.4	Y46	22.1	23.6
Y18	23.8	25.4	Y47	22.0	23.5
Y19	25.0	26.5	Y48	22.2	23.2
Y20	29.1	34.8	Y49	21.7	22.0
Y21	31.9	34.8	Y50	21.2	21.6
Y22	33.2	34.6	Y51	20.9	21.4
Y23	33.4	34.0	Y52	20.5	21.4
Y24	32.4	33.9	Y53	20.4	21.5
Y25	33.1	33.7	Y54	20.5	21.1
Y26	30.7	33.8	Y55	21.3	21.1
Y27	26.0	33.5	Y56	21.5	21.0
Y28	24.9	33.1	Y57	20.0	20.9

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)	样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y29	31.9	32.8			

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ 。共计 57 组数据均可以达到此要求。

6.3.3 某电子企业

测试时间：2017 年

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：光刻、溶剂清洗产生废气排放

处理工艺：沸石转轮

1) 性能检测结果

表 14 性能检测结果

仪器商	示值误差	系统响应时间	零点漂移	量程漂移
A	0.2%~1.2%	220s	-0.14%	1.0%

2) 非甲烷总烃准确度测试结果

表 15 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)	样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1	6.98	3.14	Y1-31	5.08	4.05
Y2	5.82	3.08	Y1-32	6.07	3.93
Y3	5.74	2.50	Y1-33	5.68	3.93
Y4	5.40	2.24	Y1-34	5.52	3.85
Y5	5.51	2.51	Y1-35	5.94	3.96
Y6	5.78	2.48	Y1-36	6.14	3.54
Y7	5.38	2.17	Y1-37	5.48	3.86
Y8	5.55	2.44	Y1-38	6.04	3.98
Y9	5.70	2.16	Y1-39	5.86	3.77
Y10	6.47	2.35	Y1-40	5.66	5.17
Y11	5.79	2.46	Y1-41	6.92	5.37
Y12	5.64	2.44	Y1-42	7.45	5.25
Y13	5.43	2.32	Y1-43	7.16	4.81
Y14	4.71	2.17	Y1-44	6.91	4.59

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)	样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y15	4.28	2.25	Y1-45	7.09	4.36
Y16	5.92	2.45	Y1-46	6.62	4.32
Y17	5.68	2.47	Y1-47	5.51	4.59
Y18	5.07	2.40	Y1-48	7.47	4.41
Y19	6.99	2.85	Y1-49	7.26	4.76
Y20	7.11	4.53	Y1-50	7.01	4.84
Y21	5.31	4.19	Y1-51	6.74	4.36
Y22	5.72	4.05	Y1-52	5.25	3.80
Y23	5.75	3.68	Y1-53	5.40	4.52
Y24	5.22	3.72	Y1-54	6.86	4.18
Y25	5.22	3.83	Y1-55	7.54	4.55
Y26	5.65	3.70	Y1-56	9.03	5.16
Y27	5.86	3.64	Y1-57	8.82	5.35
Y28	6.12	4.61	Y1-58	6.33	4.62
Y29	7.04	4.45	Y1-59	5.77	4.61
Y30	5.85	3.57			

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，共计 59 组数据均可以达到此要求。

6.3.4 某石化企业

测试时间：2018 年

仪器：2 家色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：综合污水处理工艺产生废气排放

处理工艺：活性炭

1) 性能检测结果

表 16 性能检测结果

仪器商	示值误差	系统响应时间	零点漂移	量程漂移
A	1.2%~1.7%	267 s	-0.8%	-1.5%
B	-0.8%~1.4%	139 s	-0.7%	-0.3%

2) 非甲烷总烃准确度测试结果

表 17 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	A 在线浓度 (mg/m ³)	B 在线浓度 (mg/m ³)	样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	A 在线浓度 (mg/m ³)	B 在线浓度 (mg/m ³)
Y1	28.9	31.8	30.5	Y11	29.3	33.3	31.5
Y2	33.3	34.1	35.5	Y12	30.2	33.3	32.2
Y3	28.8	32.1	30.0	Y13	29.2	33.1	31.1
Y4	31.4	33.5	33.1	Y14	32.1	34.6	34.8
Y5	30.5	32.9	31.9	Y15	28.6	30.0	30.9
Y6	33.1	35.5	35.4	Y16	29.4	31.4	31.2
Y7	28.6	31.4	30.1	Y17	28.3	31.0	30.5
Y8	31.2	33.1	33.3	Y18	31.7	33.4	33.2
Y9	29.3	32.2	32.0	Y19	28.3	30.8	30.2
Y10	34.1	36.3	36.2	Y20	29.3	32.0	31.2

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，两套 NMHC-CEMS 共计 40 组数据均可以达到此要求。

6.3.5 某化工企业

测试时间：2020 年

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：异丙苯进入氧化塔反应产生废气排放

废气处理工艺：氧化催化

表 18 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1	0.25	1.55
Y2	1.07	1.70
Y3	0.54	1.80
Y4	1.07	1.41
Y5	0.54	1.68
Y6	1.07	1.79
Y7	1.07	1.96
Y8	1.07	1.85
Y9	0.54	1.84
Y10	1.07	1.90

Y11	0.54	1.46
Y12	0.54	1.81
平均值	0.78	1.31

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，共计 12 组数据均可以达到此要求。

6.3.6 某污水处理企业

测试时间：2020 年

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：除臭装置废气排放

废气处理工艺：碱洗+活性炭

表 19 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度 (mg/m^3)	在线浓度 (mg/m^3)
Y1	3.10	4.59
Y2	2.98	4.66
Y3	3.21	4.72
Y4	3.52	4.89
Y5	3.92	5.04
Y6	3.85	5.10
Y7	3.85	5.21
Y8	4.38	5.38
Y9	4.04	5.42
平均值	3.65	5.00

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，共计 9 组数据均可以达到此要求。

6.3.7 某化工企业

测试时间：2019 年

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：丙烯酸排口

废气处理工艺：催化氧化

表 20 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度 (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1-1	2.37	3.40
Y1-2	2.18	3.51
Y1-3	2.13	3.51
Y1-4	1.99	3.39
Y1-5	1.46	3.22
Y1-6	1.53	3.32
Y1-7	1.40	3.39
Y1-8	1.42	3.42
Y1-9	1.44	3.36
Y1-10	1.68	3.40
平均值	1.76	3.39

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 < 50 mg/m³ 时，绝对误差 ≤ 10 mg/m³，共计 10 组数据均可以达到此要求。

6.3.8 某汽车制造企业

测试时间：2020 年

仪器 1：催化法非甲烷总烃连续监测系统

排口 1：汽车涂装车间废气排放

处理工艺：沸石转轮

表 21 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度 (未加热) (mg/m ³)	手工浓度 (加热) (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1-1	7.82	7.54	7.39
Y1-2	5.25	5.51	5.98
Y1-3	2.97	3.74	5.96
Y1-4	3.01	3.57	6.68
Y1-5	3.11	3.89	6.46
Y1-6	5.24	5.06	7.51
Y1-7	4.28	6.17	7.70

样品编号	手工浓度（未加热） (mg/m ³)	手工浓度（加热） (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
平均值	4.53	5.07	6.81

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，未加热以及加热进样共计 14 组数据均可以达到此要求。

仪器 2：催化法非甲烷总烃连续监测系统

排口 2：烘干车间废气排放

处理工艺：RTO

表 22 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度（未加热） (mg/m ³)	手工浓度（加热） (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y2-1	5.07	2.75	3.45
Y2-2	2.86	5.16	2.54
Y2-3	4.83	4.93	4.34
Y2-4	1.83	2.90	2.54
Y2-5	1.73	4.76	3.28
Y2-6	6.46	7.14	6.66
平均值	3.79	4.61	3.80

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，未加热以及加热进样共计 12 组数据均可以达到此要求。

6.3.9 某固体废物处理企业

测试时间：2020 年

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：废料处理车间废气排放

处理工艺：活性炭+喷淋

表 23 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度（未加热） (mg/m ³)	手工浓度（加热） (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1-1	14.8	21.6	18.1
Y1-2	15.4	21.3	17.6
Y1-3	15.7	21.4	18.0

样品编号	手工浓度（未加热） (mg/m ³)	手工浓度（加热） (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1-4	14.8	21.5	17.9
Y1-5	15.3	21.0	17.6
Y1-6	14.8	21.4	17.9
Y1-7	15.1	21.7	17.8
平均值	15.1	21.4	17.8

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，未加热以及加热进样共计 14 组数据均可以达到此要求。

6.3.10 某石化企业

测试时间：2020 年

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：乙烯裂解废气排放

处理工艺：催化燃烧

表 24 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度（未加热） (mg/m ³)	手工浓度（加热） (mg/m ³)	在线浓度 (mg/m ³)
Y1-1	0.39	1.21	2.83
Y1-2	ND	1.26	2.60
Y1-3	ND	1.35	3.26
Y1-4	ND	1.14	2.87
Y1-5	ND	1.06	2.43
Y1-6	0.07	1.11	2.88
Y1-7	0.08	1.13	2.88
平均值	0.18	1.18	2.82

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，未加热以及加热进样共计 14 组数据均可以达到此要求。

6.3.11 某农化企业

测试时间：2020 年

仪器：色谱法非甲烷总烃连续监测系统

排口：合成车间废气排放

处理工艺：催化燃烧

表 25 NMHC 测试结果

样品编号	手工浓度（未加热） (mg/m ³)	手工浓度（加热） (mg/m ³)	在线浓度（mg/m ³)
Y1	5.52	5.27	6.27
Y2	7.22	7.95	6.79
Y3	4.91	7.11	8.21
Y4	8.39	8.72	7.80
Y5	6.62	7.18	6.86
Y6	4.86	6.59	6.40
Y7	4.56	5.98	6.58
平均值	6.01	6.97	6.99

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50\text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10\text{ mg/m}^3$ ，未加热以及加热进样共计 14 组数据均可以达到此要求。

6.3.12 某电子企业

测试时间：2020 年

仪器：催化法非甲烷总烃连续监测系统

排口：光刻、溶剂清洗、去胶产生废气排放

处理工艺：活性炭

表 26 NMHC 测试结果（加热进样）

样品编号	手工浓度（mg/m ³)	在线浓度（mg/m ³)
Y1	45.7	51.4
Y2	43.3	51.3
Y3	49.2	54.6
Y4	43.5	48.3
Y5	43.1	51.1
平均值	45.0	51.3

表 27 NMHC 测试结果（常温进样）

样品编号	手工浓度（mg/m ³)	在线浓度（mg/m ³)
Y6	37.7	45.2
Y7	33.4	43.4

Y8	42.1	52.0
Y9	39.9	45.8
Y10	45.6	58.8
平均值	39.7	49.0

按照当参比方法测量非甲烷总烃浓度的平均值 $<50 \text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ ，常温以及加热进样共计 10 组数据均可以达到此要求。

6.3.13 总结

综合以上测试数据综合来看，随着 NMHC-CEMS 近几年的技术发展、进步，手工参比方法测试数据与在线数据吻合程度明显提高，且样品加热进样分析可进一步提高手工测试数据的准确性。

因此标准编制组认为 HJ 1013 中针对参比方法测量非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值 $<50 \text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 的要求较为宽松，本标准要求参比方法测量非甲烷总烃浓度（以碳计）平均值 $<50 \text{ mg/m}^3$ 时，绝对误差 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ 。

附录：非甲烷总烃连续监测系统（NMHC-CEMS）样品传输管线伴热温度试验

1 试验目的

评估伴热温度对 NMHC-CEMS 测试辛烷准确度的影响，并确认不同伴热条件下，辛烷是否在伴热管内残留，最终确认合适的伴热温度，满足污染源 NMHC-CEMS 对高沸点 VOCs 现场分析的要求。

2 仪器材料

附表 1-1 仪器材料规格

试验材料	规格
NMHC-CEMS	1#（检出限 0.05 mg/m ³ ）
	2#（检出限 0.05 mg/m ³ ）
	3#（检出限 0.05 mg/m ³ ）
辛烷标气	4980.00 mg/m ³ （以碳计，小于 1 Mpa）
	4187.14 mg/m ³ （以碳计，小于 1 Mpa）
	2292.86 mg/m ³ （以碳计，2 Mpa）
	2245.71 mg/m ³ （以碳计，2 Mpa）
	887.14 mg/m ³ （以碳计，5 Mpa）
	780.00 mg/m ³ （以碳计，5 Mpa）
	48.22 mg/m ³ （以碳计，10 Mpa）
除烃空气	碳氢化合物含量 < 0.3 mg/m ³
伴热管	长 30 m，内置 2 根 6 mm 不锈钢管，功率 60 W/m

3 试验方案

- 3.1 辛烷直通仪表测试：对不同浓度的辛烷标气进行直通单表测试，测试正辛烷的响应。
- 3.2 辛烷过伴热管进仪表测试：将辛烷通入 30 米伴热管再进仪表中进行检测，分别测低浓度（48.22 mg/m³）、中浓度（780.00 mg/m³、887.14 mg/m³）、高浓度（2245.71 mg/m³、2292.86 mg/m³、4187.14 mg/m³）辛烷标气在不同伴热条件下（室温、90℃、120℃、150℃）的响应情况。

4 试验结果

4.1 辛烷直通仪表测定



附图 1-1 辛烷直通仪表测试

将低浓度(48.22 mg/m³)、中浓度(780.00 mg/m³、887.14 mg/m³)、高浓度(2245.71 mg/m³、2292.86 mg/m³、4187.14 mg/m³) 的辛烷原标直通仪表进行测定，并根据仪表测得的辛烷数据建立标准曲线，来定量辛烷的响应值。在测定辛烷标气时，首先连续通辛烷标气使仪表达达到示值稳定，再进行仪表内“标气—零气”交替测试，由测量数据可知在通入辛烷标气后的零气测试时，总烃响应较低，因此，认为辛烷标气在单表内不存在残留现象。

4.2 辛烷经伴热管进仪表测定



附图 1-2 辛烷经伴热管进仪表测试

确定系统稳定后，随后进行“标气—零气”交替测试，平行测七组，观察通入辛烷标气后伴热管内有无残留现象。结果显示在室温约 20℃条件下，低、中、高浓度的辛烷标气在伴热管线中均有较为明显的吸附残留。

在 90℃、120℃、150℃伴热的条件下，低浓度的辛烷在伴热管线中的残留量极低，基本均低于检出限。中、高浓度辛烷在伴热管线中的残留量对测定结果基本无影响，残留量均明显低于 1%。

5 结论

试验结果显示，在室温约 20℃条件下，低、中、高浓度的标气在伴热管线中均有较为明显的吸附残留。因此对样品进行加热传输是保证测定结果准确性的必要措施。

在 $\geq 90^\circ\text{C}$ 的伴热条件下，辛烷在伴热管内残留量对测定结果基本无影响，残留量明显低于 1%。标准编制组考虑到 VOCs 排放行业繁多，涉及排放 VOCs 种类的多样性，以及综合能耗方面确定 120℃为合适的加热温度可以降低伴热管线的吸附残留率，更好的满足现场对多碳数烟气的分析，增加 NMHC-CEMS 监测数据的准确性。

附表 1-2 辛烷直通 1 号系统单表测试

浓度 (mg/m ³)	响应示值 mg/m ³ (以碳浓度计)													
	辛烷 1	零气 1	辛烷 2	零气 2	辛烷 3	零气 3	辛烷 4	零气 4	辛烷 5	零气 5	辛烷 6	零气 6	辛烷 7	零气 7
48.22	48.63	≤0.05	48.53	≤0.05	48.42	≤0.05	48.21	≤0.05	48.62	≤0.05	48.79	≤0.05	48.3375	≤0.05
887.14	870.56	0.50	871.14	0.55	869.97	0.17	863.80	0.27	873.88	0.29	871.62	0.50	866.898	0.09
2292.86	2273.85	0.80	2260.22	0.59	2271.28	0.62	2253.74	0.50	2263.15	0.55	2284.51	0.50	2275.59	0.43
4980.00	5000.98	0.73	4962.41	0.63	4973.49	0.90	4984.35	0.99	4972.71	0.93	5020.51	0.78	4988.69	0.77

附表 1-3 辛烷直通 2 号系统单表测试

浓度 (mg/m ³)	响应示值 mg/m ³ (以碳浓度计)													
	辛烷 1	零气 1	辛烷 2	零气 2	辛烷 3	零气 3	辛烷 4	零气 4	辛烷 5	零气 5	辛烷 6	零气 6	辛烷 7	零气 7
48.22	49.76	≤0.05	49.89	≤0.05	49.67	≤0.05	49.61	≤0.05	49.79	≤0.05	49.54	≤0.05	49.24	≤0.05
780.00	783.65	0.25	787.36	0.45	797.06	0.35	798.10	0.56	802.70	0.34	799.04	0.31	799.32	0.24
2245.71	2205.68	0.50	2230.28	0.50	2238.51	0.30	2239.21	0.26	2243.56	0.43	2254.51	0.52	2264.76	0.44
4187.14	4110.26	0.64	4148.06	0.61	4169.89	0.35	4180.84	0.38	4208.23	0.44	-	-	-	-

附表 1-4 辛烷直通 3 号系统单表测试

浓度 (mg/m ³)	响应示值 mg/m ³ (以碳浓度计)													
	辛烷 1	零气 1	辛烷 2	零气 2	辛烷 3	零气 3	辛烷 4	零气 4	辛烷 5	零气 5	辛烷 6	零气 6	辛烷 7	零气 7
48.22	48.89	≤0.05	48.75	≤0.05	48.84	≤0.05	48.78	≤0.05	48.74	≤0.05	48.88	≤0.05	48.82	≤0.05
780.00	788.62	0.27	787.98	0.17	786.15	0.47	790.64	0.23	790.99	0.33	790.80	0.28	792.17	0.20
2245.71	2239.39	0.12	2239.39	0.40	2235.29	0.36	2239.11	0.41	2236.12	0.26	2246.34	0.31	2252.07	0.46
4187.14	4180.41	0.44	4180.32	0.41	4179.74	0.50	4191.76	0.34	4195.84	0.50	-	-	-	-

附表 1-5 1 号系统“标气—零气”交替测试

1 号系统	浓度 (mg/m ³)	温度 (°C)	响应示值 mg/m ³ (以碳浓度计)													
			辛烷 1	零气 1	辛烷 2	零气 2	辛烷 3	零气 3	辛烷 4	零气 4	辛烷 5	零气 5	辛烷 6	零气 6	辛烷 7	零气 7
48.22	室温	46.24	0.26	47.06	0.38	48.66	0.48	46.51	0.43	47.43	0.39	46.51	0.46	48.08	0.35	
	90	48.53	≤0.05	48.39	≤0.05	48.24	≤0.05	48.70	≤0.05	48.04	≤0.05	48.58	≤0.05	48.19	≤0.05	
	120	48.33	≤0.05	48.35	≤0.05	48.16	≤0.05	48.20	≤0.05	47.86	≤0.05	48.24	≤0.05	47.58	≤0.05	
	150	48.04	≤0.05	47.63	≤0.05	47.58	≤0.05	47.76	≤0.05	46.58	≤0.05	47.23	≤0.05	46.73	≤0.05	
780.00	室温	776.39	8.89	805.35	8.02	826.87	4.59	-	-	-	-	-	-	-	-	
887.14	90	892.12	0.35	883.88	0.48	878.96	0.56	878.50	0.49	866.80	1.00	-	-	-	-	
	120	866.06	1.11	868.25	0.96	865.58	0.89	-	-	-	-	-	-	-	-	
	150	873.65	0.41	874.93	0.50	874.49	0.56	877.50	0.71	-	-	-	-	-	-	
2245.71	室温	2288.19	16.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

注：高浓度标气含量极少，因此未进行后续的伴热测试

附表 1-6 2 号系统“标气—零气”交替测试

	浓度 (mg/m ³)	温度 (°C)	响应示值 mg/m ³ (以碳浓度计)													
			辛烷 1	零气 1	辛烷 2	零气 2	辛烷 3	零气 3	辛烷 4	零气 4	辛烷 5	零气 5	辛烷 6	零气 6	辛烷 7	零气 7
2 号系统	48.22	室温	46.76	0.25	46.67	0.33	48.57	0.91	46.68	0.54	47.38	0.66	46.94	0.58	48.84	0.81
		90	49.99	≤0.05	49.61	≤0.05	49.54	≤0.05	49.35	≤0.05	49.45	≤0.05	49.54	≤0.05	49.70	≤0.05
		120	49.29	≤0.05	49.63	≤0.05	50.08	≤0.05	49.21	≤0.05	49.50	≤0.05	49.69	≤0.05	49.56	≤0.05
		150	49.31	≤0.05	49.70	≤0.05	49.73	≤0.05	49.22	≤0.05	49.60	≤0.05	49.75	≤0.05	49.62	≤0.05
	780.00	室温	784.15	8.98	813.40	7.03	821.60	5.65	-	-	-	-	-	-	-	-
		90	813.65	0.28	815.67	0.31	816.54	0.23	816.70	0.32	816.00	0.22	-	-	-	-
		120	813.62	0.37	814.32	0.34	812.94	0.50	815.00	0.47	814.40	0.29	-	-	-	-
		150	821.59	0.55	822.79	0.51	824.33	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-
	2245.71	室温	2270.94	21.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		90	2279.12	3.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		120	2307.02	4.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：高浓度标气含量极少，因此未进行后续的伴热测试

附表 1-7 3 号系统“标气—零气”交替测试

	浓度 (mg/m ³)	温度 (°C)	响应示值 mg/m ³ (以碳浓度计)													
			辛烷 1	零气 1	辛烷 2	零气 2	辛烷 3	零气 3	辛烷 4	零气 4	辛烷 5	零气 5	辛烷 6	零气 6	辛烷 7	零气 7
3 号系统	48.22	室温	46.56	0.45	46.63	0.07	46.58	0.34	46.96	0.6	46.59	0.63	47.10	0.40	46.40	0.34
		90	48.93	≤0.05	49.09	≤0.05	48.96	≤0.05	49.06	≤0.05	49.00	≤0.05	48.96	≤0.05	48.99	≤0.05
		120	49.11	≤0.05	48.50	≤0.05	49.07	≤0.05	49.00	≤0.05	48.83	≤0.05	48.94	≤0.05	49.06	≤0.05
		150	49.07	≤0.05	48.68	≤0.05	49.03	≤0.05	48.89	≤0.05	48.94	≤0.05	48.92	≤0.05	48.87	≤0.05
	780.00	室温	759.11	5.51	796.25	4.14	769.97	6.90	-	-	-	-	-	-	-	-
		90	791.12	0.34	795.49	0.28	794.80	0.24	798.10	0.32	-	-	-	-	-	-
		120	790.86	0.18	791.88	0.19	792.41	0.22	792.30	0.29	794.10	0.23	-	-	-	-
		150	804.48	0.45	806.72	0.43	812.93	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-
	2245.71	室温	2260.22	18.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		90	2261.55	4.51												
		120	2284.10	3.74												

注：高浓度标气含量极少，因此未进行后续的伴热测试。