

吉林省地方标准

《环境空气和废气 非甲烷总烃的测定 罐采样/气相色谱法》

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本任务来源于吉林省市场监督管理厅《关于下达 2023 年度吉林省地方标准制修订项目计划的通知》（吉市监标准字〔2023〕38 号），计划编号为 DBXM026-2023，项目名称为《环境空气和废气 罐采样非甲烷总烃的测定 气相色谱法》。

（二）起草单位

吉林省生态环境监测中心。

二、制订标准的必要性、目的和意义

（一）必要性

1. 理化性质与环境危害

1.1 非甲烷总烃的定义：

非甲烷总烃（Non-Methane Hydrocarbon, NMHC）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物的综合指标。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密切相关。研究表明大气污染物中的 NMHC 按照排放源头分类，可分为自然源和人为源。自然源主要来源于植物排放；人为源主要来源于汽车尾气、工业废气、油类燃烧、石油及其制品的存储和运输等^[1]。HJ/T 38-2017 中规定非甲烷总烃是除甲烷以外的碳氢化合物（其中主要是 C₂-C₈）的总称，而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。据世界卫生组织（WHO）的定义，NMHC 是指熔点低于室温且沸点介于 50~260 °C 的 VOCs。涵盖烷烃类、烯烃类、醛酮类、醇类、苯及其苯系物等^[2]。

1.2 烃类的环境危害

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变化。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，出现食欲不振、恶心等；怀疑性危害：局部组织炎症反应、过敏反应、神经毒性作用。能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^[2-5]。

非甲烷总烃浓度高，一般说明空气或者废气中有机污染物含量高，超过一定浓度，除直接对人体健康有害外，在一定条件下大气中的烃类与氮氧化物经日光照射产生一系列光化学反应形成二次污染物，严重威胁这人类和生态环境健康^[6-10]，对城市臭氧和灰霾等复合型大气污染的形成也至关重要，对环境和人类都造成进一步危害。因此大气污染物综合排放标准中明确规定了非甲烷总烃的最高允许排放浓度、最高允许排放速率和无组织排放限值。

2. 制定标准的重要性

非甲烷总烃作为指示空气中和废气中有机污染物的综合指标，其准确监测对大气污染物减排有着重要的意义。在大气污染物综合排放标准及无组织排放监测技术导则中，明确规定了非甲烷总烃的最高允许排放浓度、最高允许排放速率和无组织排放限值。且要求的是一般采用连续1小时采样计算平均值。

2019年生态环境部印发的《2019年地级及以上城市环境空气挥发性有机物监测方案》明确提出在337个城市开展非甲烷总烃指标监测。吉林省包括长春、吉林、四平、辽源、通化、白山、松原、白城和延边州9个地区。监测方式采用手工监测或自动监测的方式。其中手工监测，监测时段1-12月、采样频次1次/6天、采样时间当日10:00-次日10:00（24小时连续采样）。2020年，生态环境部发布《关于加强挥发性有机物监测工作的通知》（环办监测函〔2020〕335号），文件要求“加强VOCs自动监测能力建设，有条件的城市逐步开展NMHC自动监测试点工作”。2021年5月10日，生态环境部印发了《“十四五”全国细颗粒物与臭氧协同控制监测网络能力建设方案》（环办监测函〔2021〕218号），旨在339个地级市及雄安新区开展非甲烷总烃（NMHC）自动监测。非甲烷总烃作为必测组分，是光化学污染监测、工业园区环境空气污染监测、交通污染监测的重要组成部分。2023年11月，国务院关于印发《空气质量持续改善行动计划》的通知国发〔2023〕24号中，地级及以上城市开展非甲烷总烃监测。

综上所述，NMHC已经成为我国大气中的主要污染物，且大多需要测量小时均值或24连续监测。因此，建立一种可以准确测定该指标的方法是十分必要的。

（二）目的

本标准建立一种以真空罐作为采样容器，可实现1小时/24小时连续采集样品，采集的混合样品通过非甲烷分析仪的冷阱富集同时去除水份、氧气及甲烷的干扰，达到直接测定样品中非甲烷总烃的目的，方法的检出限更低，精密更好。能够更精准的直接测量含量较低的非甲烷总烃，能有

效地助力大气污染物减排，更利于“碳达峰”、“碳中和”的目标。

（三）意义

本标准的建立解决了只能在1小时内等时间间隔采集3~4个样品计平均值代表小时均值的采样方式同时，采用直接法测量非甲烷总烃，解决了现行标准方法中使用总烃减甲烷的方式计算非甲烷总烃造成的误差和样品保存时间短的问题。使得采集的样品更具有代表性，测量的结果更准确，更能真实反应环境质量及污染物排放情况，满足环境监测工作要求。

三、主要起草过程

（一）预研阶段

起草小组收集了关于非甲烷总烃监测的相关标准和文件，并结合我省对非甲烷总烃监测的需求，进行深入分析论证，拟定了标准的框架及内容提纲，形成了《环境空气和废气 罐采样非甲烷总烃的测定 气相色谱法》草稿。拟建立一种可直接测量非甲烷总烃方法。对校准曲线绘制的范围和相关要求、样品测定的步骤、质量保证和质量控制等进行规定。同时对测量方法检出限、适用范围、准确度及重复性等指标进行研究。

（二）立项阶段

2023年2月，提交吉林省地方标准制修订项目建议书；2023年9月，吉林省市场监管厅组织专家评审，经过答辩、专家质询等环节，项目通过评审，省市场监督管理厅在厅网站进行了公示。2023年11月6日，吉林省市场监督管理厅下达地方标准制修订项目计划的通知，批准该项目的立项。

（三）起草阶段

成立编制小组（见表1）、标准起草小组人员对标准的格式、内容表达等方面进行了深入学习，查阅了国内外相关文献，收集非甲烷总烃的测定方法，了解检测动态的进展。通过对非甲烷总烃分析仪条件及气相色谱条件的优化，明确最佳实验条件，对方法检出限、精密度和准确度等性能指标进行测试，制定方法验证方案，组织验证单位进行实验室分析测试，统计评价方法验证测试结果。严格遵循 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则》和 GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》所规定的标准编写要求和格式起草标准文本。

表1 标准起草组基本情况表

工作组职务	姓名	性别	专业领域及职称	所在单位及职务	职责
组长	赵欣	女	环境监测 高级工程师	吉林省生态环境监测中心 科室副部长	项目整体方案制定及实施 总负责人

工作组职务	姓名	性别	专业领域及职称	所在单位及职务	职责
成员	陈学伟	男	环境监测 正高级工程师	吉林省生态环境监测中心 单位主任	项目研究方案总体审核
成员	刘贺	女	环境监测 高级工程师	吉林省生态环境监测中心 科室副部长	实验方案制定及实施负责人
成员	武中波	男	环境监测 正高级工程师	吉林省生态环境监测中心 科室部长	项目研究方案设计及实施负责人
成员	宋金洪	男	环境监测 高级工程师	吉林省生态环境监测中心 科室副部长	数据研判方案制定及实施负责人
成员	张竹青	女	环境监测 正高级工程师	吉林省生态环境监测中心 单位副主任	项目研究方案技术层面审核
成员	廉志刚	男	环境监测 正高级工程师	吉林省生态环境监测中心 科员	标准推广方案制定及实施负责人
成员	安平平	女	环境监测 高级工程师	吉林省生态环境监测中心 科室部长	标准验证方案制定及实施负责人
成员	沈力	男	环境监测 工程师	吉林省生态环境监测中心 科室副部长	项目组织协调方案制定及实施负责人
成员	卢查根	男	环境监测 高级工程师	吉林省生态环境监测中心 科室部长	科研成果转化方案制定及实施负责人
成员	张浩	男	环境监测 工程师	吉林省生态环境监测中心 科员	分析实验
成员	金璐	女	环境监测 工程师	吉林省白山生态环境监测中心 中心科员	分析实验

（四）征求意见过程、反馈和处理情况。

2024年6月中旬，标准征求意见稿在吉林省市场监督管理局官网进行公开征求意见1个月，征求意见期满后，未收到反馈意见。

2025年4月组织召开标准预审会，会上专家对标准文本逐条逐字进行审议，起草组对专家提出的问题解释，并与专家达成修改意见，最终形成《环境空气和废气 非甲烷总烃的测定 罐采样/气相色谱法》征求意见稿。

（五）审查阶段

还未到审查阶段。

（六）报批阶段

还未到报批阶段。

四、制（修）订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）原则

本标准制定的方法检出限和测定范围满足环保标准和环保工作的要求；标准采用的方法稳定可靠，具有科学性、实用性，并且能够实现量值溯源；标准具有普遍适用性，易于推广使用，标准的使用能够提高监测效率，提高环境监管效能。

（二）依据

本标准结构编写依据：《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）、《标准编写规则 第 4 部分：试验方法标准》（GB/T 20001.4-2015）和《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168-2020）。

本标准的研究内容是在大量的实验数据支撑下完成的，所采用的测量技术成熟可靠，准确度较高。同时紧紧围绕吉林省生态环境保护发展总体方向，每个研究环节都充分考虑了生态环境保护的最终目的，旨在助力吉林省环境质量的改善。

（三）与有关的现行法律、法规和强制性（国家、行业、地方）标准的关系

本标准符合现行的法律法规要求，与强制性（国家、行业、地方）标准协调一致、没有冲突。

1. 标准规范管理的需要

我国目前尚未颁布甲烷、总烃和非甲烷总烃的全国性环境空气质量标准，地方中河北省已出台地方标准《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB 13/1577-2012）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/m^3 、 2.0 mg/m^3 ，分别对应于GB 3095-2012《环境空气质量标准》中的一类区和二类区。

细颗粒物和臭氧是大气环境的首要污染物，并且在很多城市臭氧逐渐成为大气污染的“主凶”，一般认为氮氧化物（NO_x）和挥发性有机物（VOCs）等臭氧前体物的大量排放造成臭氧污染加剧，因此环境管理工作对VOCs监测有强烈的需求。在工业生产中，众多企业向空气中排放大量VOCs，如果对排放废气中的每种化合物进行定性、定量分析，则所需时间较长且费用极大，因此测定非甲烷总烃的含量是很好的替代方案，可表征VOCs的总体水平，并且检测时间短，费用低，与VOCs特征污染物的定性定量监测相结合，能较好地满足废气排放挥发性有机物环境管理的需求。在多项环境标准中都规定了非甲烷总烃的环境管理要求，表2、表3列出部分国家及地方标准要求的排放限值，详见表2、表3。

表 2 国家排放标准对非甲烷总烃的环境管理要求

序号	标准名称及编号	环境管理要求
----	---------	--------

序号	标准名称及编号	环境管理要求
1	《大气污染物综合排放标准》 GB 16297-1996	最高允许排放浓度150 mg/m ³ ，最高允许排放速率12 kg/h（15 m，二级） （现有污染源） 最高允许排放浓度120 mg/m ³ ，最高允许排放速率10 kg/h（15 m，二级） （新污染源）
2	《橡胶制品工业污染物排放标准》GB 27632-2011	排放限值： ①轮胎企业及其他制品企业炼胶、硫化装置20 mg/m ³ （2012.1.1-2013.12.31现有企业）、10 mg/m ³ （2014.1.1 现有企业， 2012.1.1新建企业）。 ②轮胎企业及其他制品企业胶浆制备、浸浆、胶浆喷涂和涂胶装置120 mg/m ³ （2012.1.1-2013.12.31现有企业）、100 mg/m ³ （2014.1.1 现有企 业，2012.1.1新建企业）。
3	《储油库大气污染物排放标准》GB 20950-2020	油气处理装置排放限值≤25 g/m ³ 油气收集系统密封点泄漏检测值不应超过500 μmol/mol 企业边界任意1 小时 NMHC 平均浓度值不应超过4 mg/m ³
4	《加油站大气污染物排放标准》GB 20952-2020	排放限值4.0 mg/m ³
5	《合成树脂工业污染物排放标准》GB 31572-2015	大气污染物排放限值（所有合成树脂）：100 mg/m ³ （新建企业）、60 mg/m ³ （特别排放限值）
6	《石油化学工业污染物排放标准》 GB 31571-2015	大气污染物排放限值：废水处理有机废气收集处理装置120 mg/m ³ 、去 除效率（含卤代烃有机废气）≥95%、去除效率（其他有机废气）≥95% 大气污染物特别排放限值：废水处理有机废气收集处理装置120 mg/m ³ 、 去除效率（卤代烃有机废气）≥97%、去除效率（其他有机废气）≥97%
7	《石油炼制工业污染物排放 标准》GB 31570-2015	大气污染物排放限值：重整催化剂再生烟气60 mg/m ³ 、废水处理有机废 气收集处理装置120 mg/m ³ ，去除效率（有机废气排放口）≥95% 大气污染物特别排放限值：重整催化剂再生烟气30 mg/m ³ 、废水处理有 机废气收集处理装置120mg/m ³ ，去除效率（有机废气排放口）≥97%
8	《电池工业污染物排放标准》 GB 30484-2013	排放浓度限值（锂离子/锂电池）：80 mg/m ³ （2014.7.1-2015.12.31现有 企业）、50 mg/m ³ （2016.1.1起现有企业，2014.3.1起新建企业）
9	《轧钢工业大气污染物排放 标准》GB28665-2012	排放浓度限值（涂层机组）：100 mg/m ³ （2012.10.1-2014.12.31 现有企 业）、80 mg/m ³ （2015.1.1起现有企业，2012.10.1起新建企业）
10	《炼焦化学工业污染物排放 标准》GB16171.-2024	排放浓度限值（冷鼓、库区焦油各类贮槽、苯贮槽）：120 mg/m ³ （2012.10.1-2014.12.31 现有企业）、80 mg/m ³ （2015.1.1起现有企业， 2012.10.1起新建企业）
11	《烧碱、聚氯乙烯工业污染物 排放标准》 GB 15581-2016	排放浓度限值（聚氯乙烯企业）：50 mg/m ³ （新建企业）、20 mg/m ³ （特别排放限值）
12	《铸造工业大气污染物排放 标准》GB 39726-2020	非甲烷总烃排放浓度限值（表面涂装）：100 mg/m ³
13	《农药制造工业大气污染物 排放标准》 GB 39727-2020	非甲烷总烃排放浓度限值（化学原药制造、农药中间体制造和农药研发 机构工艺废气、发酵尾气及其它农药制造工艺废气、废水处理设施废气） ：100 mg/m ³
14	《制药工业大气污染物排放	TVOC 排放浓度限值：150 mg/m ³ ，特别排放限值 100 mg/m ³

序号	标准名称及编号	环境管理要求
	标准》GB 37823-2019	非甲烷总烃排放浓度限值：100 mg/m ³ ，特别排放限值 60 mg/m ³
15	《涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准》 GB 37824-2019	TVOC 排放浓度限值：120 mg/m ³ 、80 mg/m ³ （特别排放限值） 非甲烷总烃排放浓度限值：100 mg/m ³ 、60 mg/m ³ （特别排放限值）
16	《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》 GB 39728-2020	①非甲烷总烃排放浓度不超过120 mg/m ³ ②非甲烷总烃去除效率（生产装置和设施排气中非甲烷总烃初始排放速率≥3 kg/h的，重点地区生产装置和设施排气中非甲烷总烃初始排放速率≥2 kg/h的）废气处理设施：不低于80%

表 3 主要地方标准对非甲烷总烃的环境管理要求

序号	标准名称及编号	环境管理要求
1	北京市《大气污染物排放标准》DB11/501-2017	最高允许排放浓度：80 mg/m ³ （I时段）、50 mg/m ³ （II时段）、20 mg/m ³ （半导体及电子产品、医药制造业）；最高允许排放速率：3.6 kg/h（15 m）
2	北京市《炼油与石油化学工业大气污染物排放标准》 DB11/447-2015	生产工艺单元排放浓度限值：焚烧处理 20 mg/m ³ ，非焚烧处理100 mg/m ³ ，处理效率≥97%
3	北京市《防水卷材行业大气污染物排放标准》 DB11/1055-2013	最高允许排放浓度：40 mg/m ³ （I时段）、20 mg/m ³ （II时段）；最高允许排放速率：0.8 kg/h（15 m）
4	北京市《印刷业挥发性有机物排放标准》 DB 11/1201-2015	挥发性有机物排放浓度限值：50 mg/m ³ （I时段），30 mg/m ³ （II时段）
5	北京市《木质家具制造业大气污染物排放标准》 DB11/1202-2015	排气筒排放浓度限值：40 mg/m ³ （I时段），10 mg/m ³ （II时段）
6	北京市《工业涂装工序大气污染物排放标准》 DB11/1226-2015	排气筒排放浓度限值：80 mg/m ³ （I时段），50 mg/m ³ （II时段）
7	北京市《汽车整车制造业（涂装工序）大气污染物排放标准》DB11/1227-2015	排气筒排放浓度限值：30 mg/m ³ （I时段），25 mg/m ³ （II时段）
8	上海市《大气污染物综合排放标准》 DB31/933-2015	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度70 mg/m ³ ，最高允许排放速率3.0 kg/h
9	上海市《生物制药行业污染物排放标准》 DB31/373-2010	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度120 mg/m ³ （现有污染源）、80 mg/m ³ （新污染源），最高允许排放速率 10 kg/h
10	上海市《汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准》 DB31/859-2014	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度30 mg/m ³ ，最高允许排放速率32 kg/h

序号	标准名称及编号	环境管理要求
11	上海市《印刷业大气污染物排放标准》 DB31/872-2015	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度50 mg/m ³ ，最高允许排放速率1.5 kg/h
12	上海市《涂料、油墨及类似产品制造工业大气污染物排放标准》DB31/881-2015	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度50 mg/m ³ ，最高允许排放速率2.0 kg/h
13	上海市《船舶工业大气污染物排放标准》 DB31/934-2015	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度50 mg/m ³ （预处理）、70 mg/m ³ （室内涂装）；最高允许排放速率1.5 kg/h（预处理）、21 kg/h（室内涂装）
14	浙江省《生物制药工业污染物排放标准》 DB33/923-2014	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度120 mg/m ³ （现有污染源）、80 mg/m ³ （新建污染源）
15	浙江省《化学合成类制药工业大气污染物排放标准》 DB33/2015-2016	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度80 mg/m ³ （所有企业）、60mg/m ³ （特别排放限值）
16	广东省《大气污染物排放限值》DB44/27-2001	①第一时段：最高允许排放浓度120 mg/m ³ ，最高允许排放速率10 kg/h（二级）； ②第二时段：最高允许排放浓度120 mg/m ³ ，最高允许排放速率 8.4 kg/h（二级）
17	重庆市《大气污染物综合排放标准》DB50/418-2016	大气污染物排放限值：最高允许排放浓度120mg/m ³ ，最高允许排放速率10 kg/h（15 m）
18	重庆市《汽车整车制造表面涂装大气污染物排放标准》 DB50/577-2015	现有企业I时段：排放浓度限值120 mg/m ³ （主城区）、120 mg/m ³ （其他区域）；最高允许排放速率（15 m）7.7 kg/h（主城区）、8.5 kg/h（其他区域）；新建企业、现有企业II时段：排放浓度限值30 mg/m ³ （主城区）、50 mg/m ³ （其他区域）；最高允许排放速率3.6 kg/h（主城区）、4.3 kg/h（其他区域）
19	山西省《工业涂装工序大气污染物排放标准》 DB14/2801-2023	大气污染物有组织排放限值：30 mg/m ³ 、处理效率90%(汽车整车制造), 40 mg/m ³ 、处理效率80%(家具制造、金属制造、机械设备制造、汽车维修), 50 mg/m ³ 、处理效率80%(其他行业); 大气污染物无组织排放限值：20 mg/m ³ （监控点任意一次浓度值）、6 mg/m ³ （监控点处1h平均浓度）
20	北京市《印刷工业大气污染物排放标准》 DB11/1201-2023	大气污染物有组织排放限值：30 mg/m ³ （车间、生产设施及其他有组织排气筒）； 厂区内无组织排放限值：10 mg/m ³ （监控点任意一次浓度值）、3 mg/m ³ （监控点处1h平均浓度）

2. 污染防治、攻坚方案等环境管理的需要

关于《加强挥发性有机物监测工作》的通知环办监测函（2020）335号、《“十四五”全国细颗粒物与臭氧协同控制监测网络能力建设方案》环办监测函（2021）218号、《空气质量持续改善行动计划》国发（2023）24号等一系列政策方案的出台，极大推动了非甲烷总烃监测工作的发展。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

1 方法检出限（对标准文本 1 方法检出限的论述）

按照《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168-2020）附录 A.1.1 的要求对方法检出限进行了验证。按照样品分析的全部步骤，编制组对浓度值为估计方法检出限值 3~5 倍的空白加标样品进行 7 次平行测定，计算 7 次测定结果的标准偏差，按照公式（1）计算方法检出限。以 4 倍检出限作为测定下限。测定结果见表 4。

$$MDL=t_{(n-1, 0.99)}\times S \quad (1)$$

式中：MDL——方法检出限；

n ——样品的平行测定次数；

t ——自由度为 $n-1$ ，置信度为 99% 时的 t 分布（单侧），（ $n=7$ 时， $t=3.143$ ）；

S ——7 次平行测定的标准偏差。

表4 编制组方法检出限测定结果

平行样编号	试样	备注
测定结果 (μmol/mol)	1	0.0272
	2	0.0269
	3	0.0272
	4	0.0255
	5	0.0271
	6	0.0272
	7	0.0225
平均值 (μmol/mol)	0.0262	
标准偏差 (μmol/mol)	0.0018	
t 值	3.143	
检出限 (μmol/mol)	0.0055	
检出限 (mg/m ³)	0.003	
测定下限 (mg/m ³)	0.012	

表5 验证实验室方法检出限、测定下限汇总表

实验室号 平行样品编号		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#
		测定结果 (μmol/mol)	1	0.0229	0.0229	0.0225	0.0173	0.0152
	2	0.0232	0.0242	0.0249	0.0142	0.0147	0.0159	0.0166
	3	0.0228	0.0230	0.0221	0.0167	0.0162	0.0164	0.0164

	4	0.0225	0.0233	0.0219	0.0160	0.0148	0.0155	0.0150
	5	0.0258	0.0218	0.0201	0.0151	0.0163	0.0143	0.0136
	6	0.0261	0.0268	0.0195	0.0167	0.0136	0.0171	0.0135
	7	0.0268	0.0245	0.0198	0.0162	0.0137	0.017	0.0136
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.0243	0.0238	0.0215	0.016	0.0149	0.0161	0.015
标准偏差 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.0018	0.0016	0.0019	0.0011	0.0011	0.0010	0.0015
t 值		3.143	3.143	3.143	3.143	3.143	3.143	3.143
检出限 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.0058	0.0051	0.0060	0.0033	0.0033	0.0030	0.0046
检出限 (mg/m^3)		0.004	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003
测定下限 (mg/m^3)		0.016	0.012	0.016	0.008	0.008	0.008	0.012

选取了七家实验室进行方法性能指标的验证，分别为1#吉林省长卿熙禹环境科学技术研究有限公司；2#杭州谱育科技发展有限公司；3#吉林省白城生态环境监测中心；4#吉林省长白山生态环境监测中心；5#优泰（湖南）环保科技有限公司；6#吉林省吉林生态环境监测中心；7#吉林省文翰检测有限公司。

七家实验室对方法检出限进行了验证，各验证实验室方法检出限和测定下限数据汇总见表5。方法检出限为 $0.002 \text{ mg/m}^3 \sim 0.004 \text{ mg/m}^3$ ，测定下限为 $0.008 \text{ mg/m}^3 \sim 0.016 \text{ mg/m}^3$ 。按照《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168-2020）附录A.6.1，检出限一般保留1位有效数字，且只入不舍。以所测数据最高为方法检出限和测定下限。同时根据排放标准中对非甲烷总烃的要求，建议最终的方法检出限为 0.01 mg/m^3 ，测定下限为 0.04 mg/m^3 。

4 方法原理（对标准文本 4 方法原理的论述）

采集样品后通过低温富集、高温气化、FID 检测样品中非甲烷总烃的含量。低温富集阶段是非甲烷总烃分析的重要部分之一，目前低温富集、去除杂质气体的设备应用较多的有液氮制冷型和电子制冷型两大类。两者各有特点，液氮制冷性可以制冷的温度较低，可达到 -180°C 的深冷，对低沸点物质可高效捕集，但其在使用制冷剂的成本较高，且不方便携带，运输、储存及使用均有较大的安全隐患，且运行成本较高，有些地区无法保证有稳定的液氮来源，给实验分析造成极大不便，因此目前很少应用于实验监测中，大多数仪器都是采用的电子制冷的方式。编制组采用的为电子制冷方式的仪器，主要原理是通过吸附剂种类、装填配比和低温相结合，实现对甲烷以外的各类挥发性有机物均保障较高的吸附效率，且对甲烷、氧气等不吸附，可有效避免氧干扰的

影响。

7.1 采样容器的选择（对标准文本7.1采集样品前准备的论述）

实验室监测非甲烷总烃常用到的采样容器主要有全玻璃材质注射器、气袋、真空罐、真空瓶等。本方法的主要工作原理是利用真空罐采集环境空气和废气样品。

1.玻璃注射器：玻璃注射器具有价格便宜、操作简便等优点，但是气密性不佳，样品保存期限很短。HJ 38-2017 中规定，玻璃注射器保存的样品，放置时间不超过 8 小时，这对实验室分析人员的时效把控提出了较高要求。由于玻璃材质具有透光性，所以在运输和保存过程中，还需要注意避光，以防止部分光敏感的待测成分遇光分解。只能采用瞬时采样的方式。

2.气袋：气袋普遍选用惰性气袋，例如铝箔复合气袋、聚四氟乙烯气袋、泰德拉（聚氟乙烯）气袋，以减少对样品的吸附损耗。气袋的保存期限比玻璃注射器要长。HJ 38-2017 中规定，气袋保存的样品，放置时间可达 48 小时。气袋在具备气密性的前提下，可以反复使用，以降低监测成本。只能采用瞬时采样的方式。

3.真空罐（苏玛罐）：苏玛罐是不锈钢材质的采样罐，内壁经过钝化惰性化处理的，有利于低浓度样品及高活性样品的长期稳定保存。可以富集采样，适用于环境空气的富集采样。苏玛罐携带方便，苏玛罐是被动采样，无需连接外部动力设备。苏玛罐具备极好的密封性和避光性，样品保存时间一般可以达到 20 d~30 d。可以实现 24 小时，甚至更长时间的采样。

4.真空瓶：玻璃材质，内壁经过钝化惰性化处理的采样瓶，可以实现 24 小时，甚至更长时间的采样。当采集高浓度的样品后，可用水冲洗，但真空瓶的样品保存时间一般在 2~4 周，为了保证测定样品的准确性，当使用真空瓶采样时，尽量在 7 d~10 d 内测定。

标准起草组选择真空罐和真空瓶作为采样器皿。

7.1.2 过滤器和流量控制器检查（对标准文本7.1.2 过滤器和流量控制器检查的论述）

1. 流量控制器与真空罐配套使用，使用前用校准流量计校准。气体流量计：准确度等级为0.5级，流量范围为0.5 ml/min~10.0 ml/min或10 ml/min~200 ml/min。

2. 流量控制器对样品采集的影响很大，对样品的代表性甚至是否采到有效样品很关键。流量控制器的核心部件是限流阀，是通过改变限流阀的孔径来调节样品采集流量。流量控制器规格有1 h~24 h不等。其中24 h的流量控制器的孔径最小，在实际采样过程中容易被堵塞。因此，在采样前对流量控制器进行校准及时发现流量控制器是否正常或是否被堵塞，降低因限流阀堵塞而采样失败的风险。

7.2 样品采集（对标准文本7.2样品采集的论述）

1. 瞬时采样：是利用罐内外压力差实现快速采样的，采样时间需要采样者自己判断和决定，采样流速不受人控制，而是随着压差的降低而逐渐减小。

2. 恒定流量：采样时间是按照采样计划执行的，需要设定采样流速，通过流量控制器实现在规定时间内以某一恒定流速采集样品。

不同容积的真空罐在不同采样时间下的恒定采样流量按照公式（2）计算。

$$q_v = \frac{P_s}{P_0} \times \frac{1000 \times V_0}{t \times 60} \quad (2)$$

式中：

q_v ——采样流量，ml/min；

p_s ——采样后采样罐绝对压力，85 kPa；

p_0 ——标准状态下大气压，101.3 kPa；

1000——L 转换为 ml 的单位换算系数；

V_0 ——真空罐容积，L；

t ——采样时间，h；

60——h 转换为 min

（六）样品保存时间（对标准文本7.3样品保存的论述）

配置 2.00 $\mu\text{mol/mol}$ CH₄ 和 4.00 $\mu\text{mol/mol}$ NMHC(以碳计)的混合样品于真空罐中，平行配置 2 组混合样品。同时采集了一种环境空气的实际样品。对真空罐中样品保存时间的条件试验研究，间隔一定的时间进行了分析。测试结果见表 6、图 1 和图 2。

表6 标准气体样品保存时间测试

目标物 时间	样品 1		样品 2	
	CH ₄ ($\mu\text{mol/mol}$)	NMHC ($\mu\text{mol/mol}$)	CH ₄ ($\mu\text{mol/mol}$)	NMHC ($\mu\text{mol/mol}$)
1 d	2.00	3.91	2.00	4.18
4 d	2.00	3.59	2.00	3.66
8 d	1.94	3.30	2.00	3.39
16 d	1.90	3.12	1.90	3.25
21 d	1.87	3.06	1.84	3.16
31 d	1.63	2.83	1.65	2.82

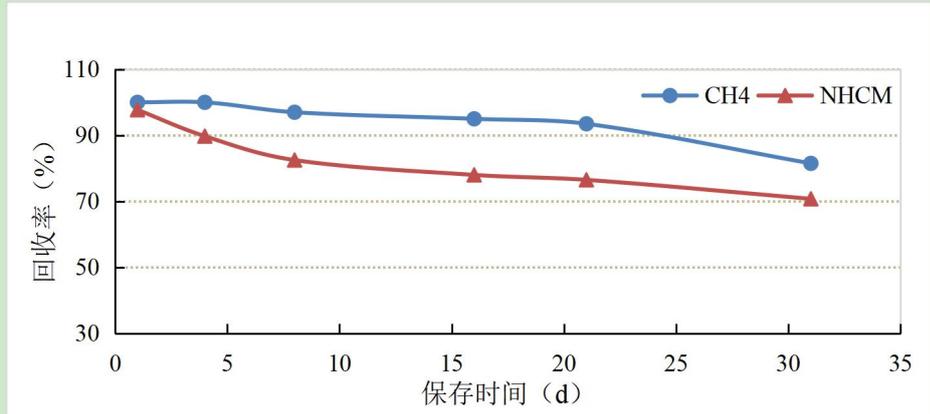


图1 真空罐内标准气体保存时间

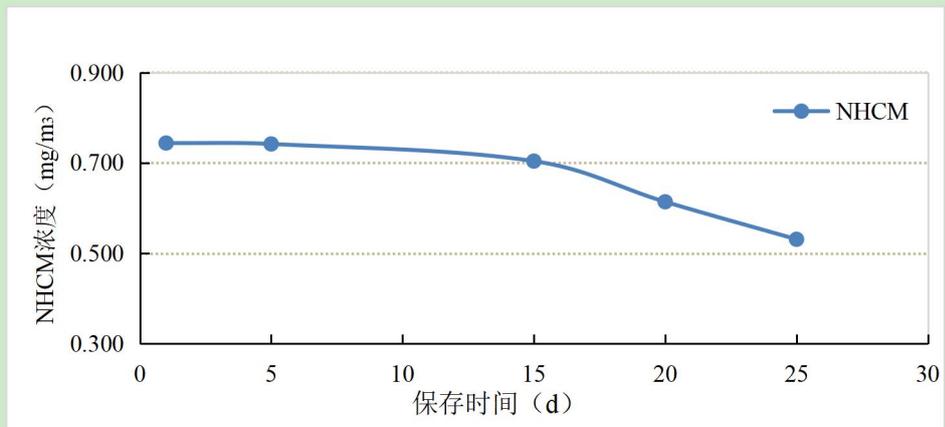


图2 真空罐内实际样品保存时间

从表8、图1中可以看出，真空罐中标准气体样品在保存31 d后浓度变化小于30%，21 d内浓度变化均小于25%。图2中环境空气实际样品中非甲烷总烃在保存25 d后浓度变化小于30%。根据以上实验结果，标准编制组建议，样品采集后常温保存，20 d内完成分析。

针对高浓度的样品可能会对苏玛罐造成污染，建议遇高浓度的样品时，应使用真空瓶采集实际样品。配置 $1.00 \mu\text{mol/mol}$ NMHC(以碳计)的样品于真空瓶中，同时采集了一种废气的实际样品。对真空瓶中样品保存时间的条件试验研究，间隔一定的时间进行了分析。测试结果见图3和图4。

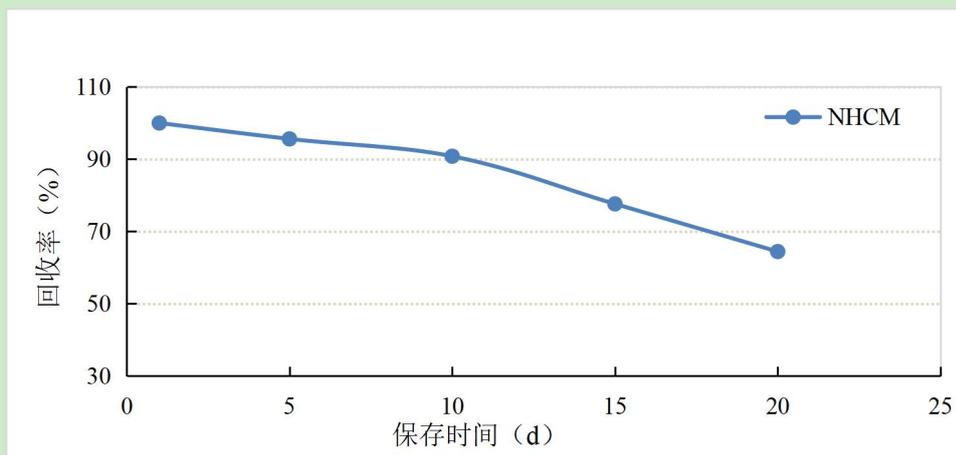


图3 真空瓶内标准气体保存时间

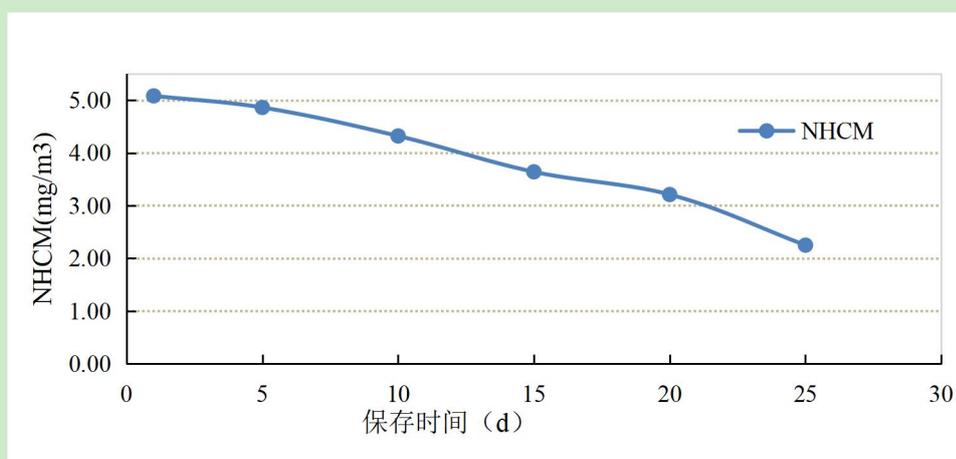


图4 真空瓶内实际样品保存时间

从图3和图4中可以看出，真空瓶中非甲烷总烃在保存15 d后浓度变化小于25%，10 d内浓度变化均小于80%。根据以上实验结果，标准编制组建议，若使用真空罐采集实际样品，样品采集后常温保存，10 d内完成分析。

8.1 非甲烷总烃进样仪分析条件的优化（对标准文本8.1 非甲烷总烃进样仪分析条件的优化的论述）

1. 冷阱温度的选择

冷阱低温富集是非甲烷总烃分析仪富集样品的核心部分之一，主要是基于低温制冷富集技术，通过富集时对样品进行除水和富集。实现对甲烷以外的各类挥发性有机物均保障较高的富集效率，且对甲烷、氧气等不吸附，可有效避免氧干扰的影响。低温富集采用电子制冷的形式，一般电子制冷最低温度约为-30℃，在兼顾时间和效率的情况下，编制组在制冷温度分别为-5℃、5℃和15℃的条件下，对0.50 μmol/mol（以碳计）的非甲烷总烃标准气体进行了对比实验。实验结果见

图 5。

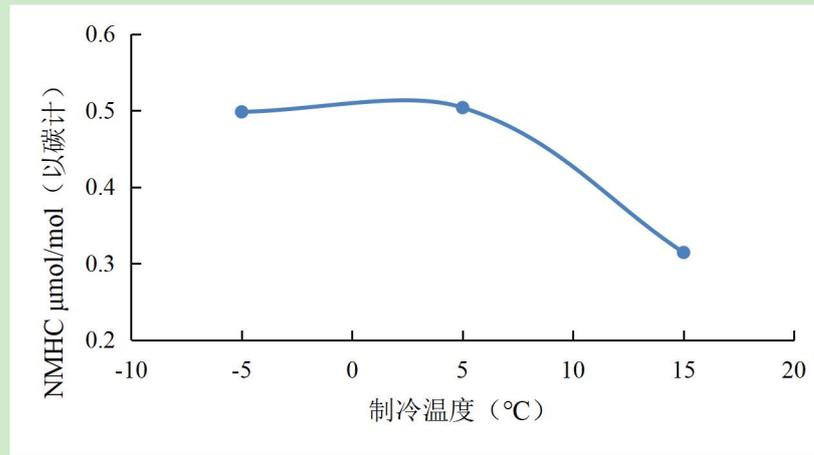


图5 制冷温度的选择

通过对冷阱温度的优化，从图中可以看出当冷阱温度为-5 °C和 5 °C时，非甲烷总烃标准气体的测定值均接近真实值。当冷阱的问题继续增加到 15 °C时，非甲烷总烃的响应值迅速降低，说明随着温度的升高，非甲烷总烃的富集效率降低。因此，从节能的角度考虑，优先选择冷阱温度为 5 °C。

2. 解析温度的选择

通过低温的方法将有机物富集后，接下来就需要将富集的有机物释放并送入分析和检测系统。目前一般采用热解析的方法，通过加热的方式瞬间升高温度，将有机物脱附出来并汽化，然后被惰性气体带离富集部分。热解析过程中，不需要消耗其它材料，只需升高温度即可，同时也具有无毒环保、稳定可靠、回收率较高、便于实现等优点。编制组在解析温度分别为 160 °C、190 °C、220 °C和 250 °C条件下，对 0.50 μmol/mol（以碳计）的非甲烷总烃标准气体进行了对比实验。实验结果见图 6。

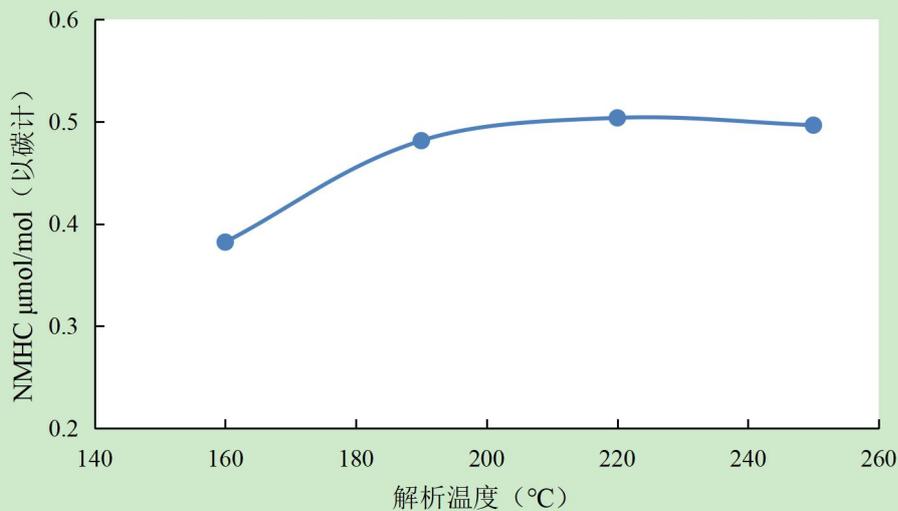


图6 解析温度的选择

从图中可以看出随着解析温度的增加测定的非甲烷总烃的浓度值逐渐增加，当解析温度为 220℃时，非甲烷总烃的测定值最接近真实值，继续增加解析温度，非甲烷总烃的响应值基本不变，因此，实验中选择解析温度为 220℃。

8.2 气相色谱分析条件的优化（对标准文本8.2气相色谱分析条件的优化的论述）

1. 氢气流速的选择

氢气为 FID 检测器提供燃烧气，其流速是影响 FID 检测器灵敏度的重要因素。如果氢气流速太小，氢火焰温度低，样品电离的数目少，灵敏度也会降低，易熄火；流速太大，热噪音大，稳定性不好，灵敏度也会低。改变 H₂ 流速，得到不同氢气流速下 NMHC 的响应值。结果见图 7。

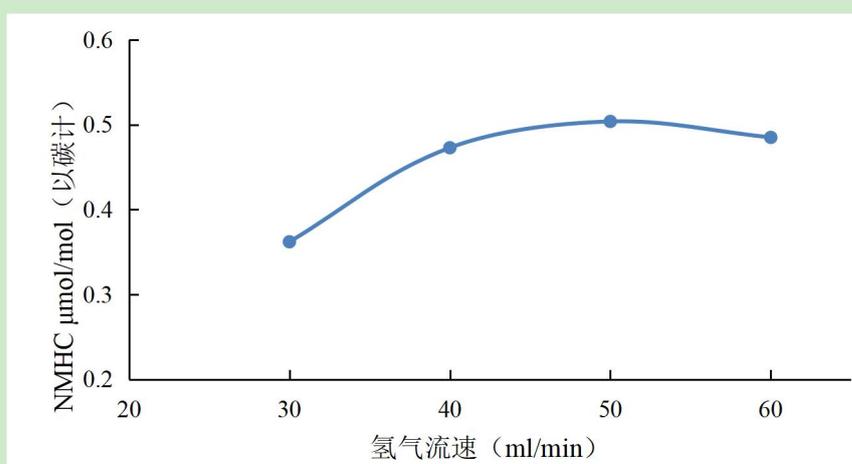


图7 氢气流速的选择

从图中可以看出 H₂ 流速以 50 ml/min 为最佳。因此，实验中选择氢气流速为 50 ml/min。

2. 空气流速的选择

空气在 FID 检测器中的作用主要是提供氧气，氧气作为助燃气，编制组考察了空气流速分别为 200 ml/min、300 ml/min、400 ml/min 和 500 ml/min 对非甲烷总烃测定结果的影响。结果见图 8。

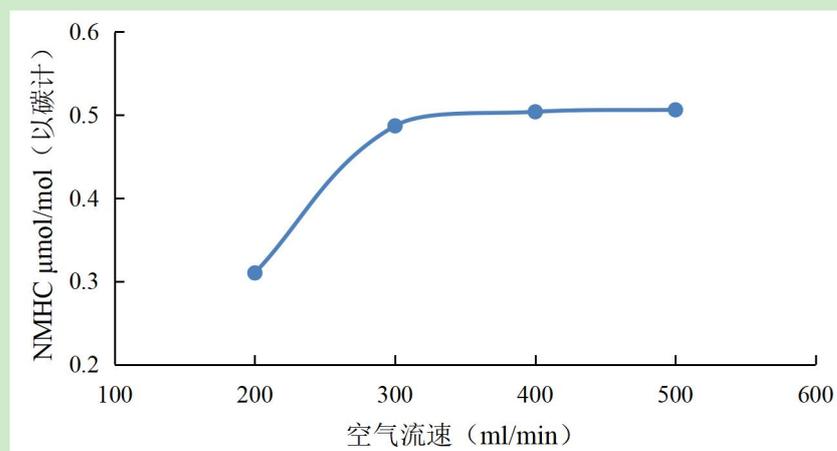


图8 空气流速的选择

实验结果可以看出空气流速较小时，相应值随空气量增加而增大，当达到某一点后，再增加空气流量，响应值将基本不再变化。最终实验中选择空气流速为 400 ml/min。

3. 载气流速的选择

载气起到将气体样品传送到前处理及分析测试单元的作用，可以控制样品的进入速率，从而使得样品在停留的时间得以控制。编制组考察了载气流速分别为 20 ml/min、30 ml/min、40 ml/min、50 ml/min 和 60 ml/min 对非甲烷总烃测定结果的影响。结果见图 9。

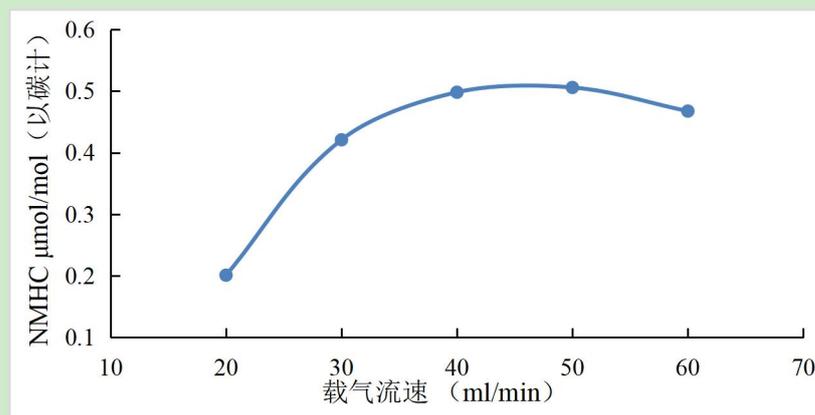


图9 载气流速的选择

从图中可以看出，随着载气流速的增加，非甲烷总烃的测定值逐渐增加，当载气流速为 40 ml/min，测定值最大，随后稍微下降。因此，实验中选择载气的流速为 40 ml/min。

8.3.1 校准曲线的绘制（对标准文本8.3.1校准曲线的绘制的论述）

1. 标气配制平衡

在实际工作中发现，标准使用气或中间标准使用气配制后，如没有放置足够的时间，目标物的浓度响应不稳定，表现在绘制标曲时，标曲曲线线性关系差。为确保罐内气体的均匀性，建议：标准使用气或中间标准使用气配制后，至少放置3小时后使用。如条件允许，宜平衡24 h 后使用，为标气提供充足的平衡时间。

2. 绘制校准曲线

将丙烷标准气体用气体稀释装置逐级稀释，分别配制目标物浓度分别为 0.025 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.050 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.100 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.200 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.400 $\mu\text{mol/mol}$ 和 1.00 $\mu\text{mol/mol}$ 和 1.00 $\mu\text{mol/mol}$ 、2.00 $\mu\text{mol/mol}$ 、3.00 $\mu\text{mol/mol}$ 、5.00 $\mu\text{mol/mol}$ 、10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 和 20.0 $\mu\text{mol/mol}$ 的两条标准系列（校准曲线浓度可根据实际样品情况作相应调整），按照仪器参考条件，依次从低浓度到高浓度进行测定。气体稀释仪的稀释倍数有限，可采用多级稀释方式获得低浓度标准使用气。

11 精密度和准确度（对标准文本11精密度的论述）

1. 精密度

高、低浓度曲线分别配置0.040 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.500 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.900 $\mu\text{mol/mol}$ 和1.00 $\mu\text{mol/mol}$ 、10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 、18.0 $\mu\text{mol/mol}$ 六种浓度水平空白加标样品，分别采集实验室本地1种环境空气实际样品和1种废气实际样品进行精密度验证，每个样品平行测定6次并计算相对标准偏差。编制组的精密度测定结果见表7，七家验证实验室的精密度测定结果见表8~22，七家验证实验室的精密度汇总结果见表23。

表7 标准编制组非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序 号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.040	0.519	0.905	0.977	9.80	18.1
	2	0.041	0.521	0.907	0.977	9.84	18.4
	3	0.038	0.518	0.900	0.973	9.82	18.1
	4	0.041	0.517	0.901	0.970	9.81	18.0
	5	0.039	0.521	0.892	0.977	9.82	18.1
	6	0.039	0.524	0.918	0.974	9.76	18.2
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.040	0.520	0.904	0.975	9.81	18.1
标准偏差($\mu\text{mol/mol}$)		0.0011	0.0024	0.0087	0.0029	0.027	0.12
相对标准偏差(%)		2.8	0.46	0.96	0.30	0.28	0.66

表8 标准编制组实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m^3)	1	0.744	1.79
	2	0.742	1.80
	3	0.757	1.68
	4	0.767	1.69
	5	0.746	1.81
	6	0.726	1.76
平均值 (mg/m^3)		0.747	1.75
标准偏差 (mg/m^3)		0.013	0.054
相对标准偏差(%)		1.7	3.1

表9 1#实验室非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.044	0.522	0.906	1.09	10.0	17.2
	2	0.044	0.519	0.904	1.08	10.0	17.3
	3	0.040	0.528	0.908	1.07	10.1	17.2
	4	0.041	0.535	0.887	1.07	10.1	17.2
	5	0.040	0.524	0.915	1.07	10.1	17.2
	6	0.039	0.528	0.919	1.08	10.2	17.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.041	0.526	0.907	1.08	10.1	17.2
标准偏差($\mu\text{mol/mol}$)		0.0022	0.0056	0.011	0.0082	0.063	0.076
相对标准偏差(%)		5.2	1.1	1.2	0.76	0.62	0.44

表10 1#实验室实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m^3)	1	0.249	1.26
	2	0.246	1.32
	3	0.246	1.24
	4	0.239	1.29
	5	0.237	1.29
	6	0.238	1.26
平均值 (mg/m^3)		0.242	1.27
标准偏差 (mg/m^3)		0.0054	0.026
相对标准偏差(%)		2.2	2.1

表11 2#实验室非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.043	0.503	0.854	1.11	10.1	17.1
	2	0.043	0.504	0.865	1.09	10.1	17.2

	3	0.043	0.512	0.864	1.09	10.1	17.1
	4	0.043	0.512	0.863	1.09	10.1	17.2
	5	0.043	0.506	0.865	1.10	10.1	17.2
	6	0.044	0.513	0.857	1.09	10.1	17.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.043	0.508	0.861	1.10	10.1	17.2
标准偏差 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.0004	0.0045	0.0047	0.0084	0	0.038
相对标准偏差(%)		0.93	0.89	0.55	0.76	0	0.22

表12 2#实验室实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m^3)	1	1.22	2.39
	2	1.24	2.36
	3	1.14	2.34
	4	1.17	2.29
	5	1.20	2.25
	6	1.21	2.17
平均值 (mg/m^3)		1.20	2.30
标准偏差 (mg/m^3)		0.036	0.081
相对标准偏差(%)		3.0	3.5

表13 3#实验室非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.042	0.514	0.876	1.10	10.3	17.6
	2	0.039	0.513	0.872	1.10	10.4	17.8
	3	0.044	0.517	0.870	1.11	10.3	17.7
	4	0.038	0.515	0.869	1.11	10.3	17.6
	5	0.040	0.512	0.874	1.11	10.4	17.8
	6	0.043	0.508	0.872	1.11	10.3	17.8
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.041	0.513	0.872	1.10	10.3	17.7

标准偏差($\mu\text{mol/mol}$)	0.0024	0.0031	0.0026	0.0041	0.051	0.11
相对标准偏差 (%)	5.8	0.60	0.29	0.37	0.49	0.61

表14 3#实验室实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m^3)	1	0.196	5.08
	2	0.192	4.98
	3	0.202	5.01
	4	0.203	4.99
	5	0.201	5.14
	6	0.199	5.33
平均值 (mg/m^3)		0.199	5.09
标准偏差 (mg/m^3)		0.0043	0.13
相对标准偏差(%)		2.2	2.6

表15 4#实验室非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.038	0.494	0.902	1.03	10.0	18.1
	2	0.038	0.502	0.901	1.03	10.0	18.1
	3	0.038	0.502	0.901	1.03	10.0	18.1
	4	0.043	0.497	0.900	1.03	9.97	18.1
	5	0.041	0.497	0.897	1.04	9.97	18.1
	6	0.040	0.498	0.899	1.03	9.95	18.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.040	0.498	0.900	1.03	9.98	18.1
标准偏差($\mu\text{mol/mol}$)		0.0021	0.0031	0.0018	0.0041	0.021	0
相对标准偏差 (%)		5.2	0.62	0.20	0.40	0.21	0

表16 4#实验室实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m ³)	1	0.048	2.99
	2	0.049	2.99
	3	0.049	2.99
	4	0.049	3.00
	5	0.051	3.00
	6	0.050	3.00
平均值 (mg/m ³)		0.050	3.00
标准偏差 (mg/m ³)		0.0010	0.0030
相对标准偏差(%)		1.9	0.10

表17 5#实验室非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.041	0.505	0.916	1.03	9.99	18.0
	2	0.041	0.503	0.915	1.03	9.99	18.0
	3	0.041	0.505	0.917	1.03	9.97	18.0
	4	0.041	0.508	0.921	1.03	9.97	18.1
	5	0.041	0.505	0.918	1.03	9.96	18.1
	6	0.040	0.504	0.921	1.03	9.97	18.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.041	0.505	0.918	1.03	9.98	18.0
标准偏差 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.0004	0.0017	0.0025	0	0.012	0.033
相对标准偏差 (%)		0.98	0.34	0.27	0	0.12	0.18

表18 5#实验室实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m ³)	1	0.048	3.03
	2	0.051	3.03

	3	0.050	3.03
	4	0.050	3.02
	5	0.050	3.02
	6	0.049	3.02
平均值 (mg/m ³)		0.050	3.02
标准偏差 (mg/m ³)		0.0008	0.0059
相对标准偏差(%)		1.6	0.19

表19 6#实验室非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.037	0.500	0.901	1.07	10.0	18.1
	2	0.038	0.498	0.899	1.07	10.1	18.1
	3	0.039	0.495	0.904	1.07	10.1	18.1
	4	0.040	0.495	0.903	1.07	10.1	18.1
	5	0.040	0.501	0.904	1.07	10.1	18.1
	6	0.040	0.499	0.903	1.07	10.1	18.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.039	0.498	0.902	1.07	10.1	18.1
标准偏差($\mu\text{mol/mol}$)		0.0013	0.0025	0.0020	0	0.024	0
相对标准偏差 (%)		3.2	0.50	0.22	0	0.24	0

表20 6#实验室实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m ³)	1	0.051	106
	2	0.050	106
	3	0.051	107
	4	0.052	107
	5	0.051	107
	6	0.050	107

平均值 (mg/m ³)	0.051	107
标准偏差 (mg/m ³)	0.0007	0.21
相对标准偏差(%)	1.5	0.19

表21 7#实验室非甲烷总烃空白加标精密度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.040	0.499	0.901	1.01	10.0	18.0
	2	0.039	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
	3	0.039	0.501	0.898	1.00	10.0	18.1
	4	0.039	0.499	0.899	0.99	9.99	18.1
	5	0.038	0.501	0.900	1.01	9.99	18.0
	6	0.038	0.500	0.898	1.01	9.95	18.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.039	0.500	0.899	1.00	9.99	18.0
标准偏差($\mu\text{mol/mol}$)		0.0008	0.0009	0.0012	0.0082	0.021	0.013
相对标准偏差 (%)		2.1	0.18	0.13	0.82	0.21	0.07

表22 7#实验室实际样品精密度测试数据

序 号		试 样	
		环境空气实际样品	废气实际样品
测定结果 (mg/m ³)	1	0.299	102
	2	0.292	97.5
	3	0.288	94.3
	4	0.284	93.2
	5	0.277	92.1
	6	0.272	91.6
平均值 (mg/m ³)		0.285	95.2
标准偏差 (mg/m ³)		0.010	4.1
相对标准偏差(%)		3.4	4.3

表23 非甲烷总烃精密度测试数据汇总表

实验室号	0.040			0.500			0.900			环境空气实际样品		
	\bar{x}_i	S_i	RSD_i									
1#	0.041	0.0022	5.2	0.526	0.0056	1.1	0.907	0.011	1.2	0.495	0.011	2.2
2#	0.043	0.0004	0.93	0.508	0.0045	0.89	0.861	0.0047	0.55	2.44	0.074	3.0
3#	0.041	0.0024	5.8	0.513	0.0031	0.60	0.872	0.0026	0.29	0.406	0.0088	2.2
4#	0.040	0.0021	5.2	0.498	0.0031	0.62	0.900	0.0018	0.20	0.101	0.0019	1.9
5#	0.041	0.0004	0.98	0.505	0.0017	0.34	0.918	0.0025	0.27	0.102	0.0016	1.6
6#	0.039	0.0013	3.2	0.498	0.0025	0.50	0.902	0.0020	0.22	0.105	0.0015	1.5
7#	0.039	0.0008	2.1	0.500	0.0009	0.18	0.899	0.0012	0.13	0.583	0.0020	3.4
\bar{x} ($\mu\text{mol/mol}$)	0.041			0.507			0.894			/		
S' ($\mu\text{mol/mol}$)	0.0014			0.010			0.020			/		
RSD' (%)	3.4			2.0			2.3			/		
重复性限 r	0.0044			0.0095			0.014			/		
再现性限 R	0.0056			0.030			0.058			/		
实验室号	1.00			10.0			18.0			废气实际样品		
	\bar{x}_i	S_i	RSD_i									
1#	1.08	0.0082	0.76	10.1	0.063	0.62	17.2	0.076	0.44	2.38	0.050	2.1
2#	1.10	0.0084	0.76	10.1	0	0	17.2	0.038	0.22	4.29	0.15	3.5
3#	1.10	0.0041	0.37	10.3	0.051	0.49	17.7	0.11	0.62	9.50	0.25	2.6
4#	1.03	0.0041	0.40	9.98	0.021	0.21	18.1	0	0	5.59	0.0056	0.10
5#	1.03	0	0	9.98	0.012	0.12	18.0	0.033	0.18	5.64	0.011	0.19
6#	1.07	0	0	10.1	0.024	0.24	18.1	0	0	199	0.37	0.19
7#	1.00	0.0082	0.82	9.99	0.021	0.21	18.0	0.013	0.07	178	7.6	4.3
\bar{x} ($\mu\text{mol/mol}$)	1.06			10.1			17.8			/		
S' ($\mu\text{mol/mol}$)	0.039			0.11			0.40			/		
RSD' (%)	3.7			1.1			2.3			/		
重复性限 r	0.016			0.096			0.15			/		
再现性限 R	0.11			0.33			1.1			/		

结论：七家实验室分别对0.040 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.500 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.900 $\mu\text{mol/mol}$ 、1.00 $\mu\text{mol/mol}$ 、10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 、18.0 $\mu\text{mol/mol}$ 六种不同浓度空白加标样品进行6次重复测定，实验室内相对标准偏差范围分别为0.93%~5.2%、0.18%~1.1%、0.13%~1.2%、0~0.82%、0.12%~0.62%、0~0.62%，实验室间相对标准偏差分别为3.4%、2.0%、2.3%、3.7%、1.1%、2.3%，重复性限分别为0.0044 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.0095 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.014 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.016 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.096 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.15 $\mu\text{mol/mol}$ ，再现性限分别为0.0056 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.030 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.058 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.11 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.33 $\mu\text{mol/mol}$ 、1.1 $\mu\text{mol/mol}$ 。

μmol/mol、0.030 μmol/mol、0.058 μmol/mol、0.11 μmol/mol、0.33 μmol/mol、1.1 μmol/mol。

七家实验室分别对环境空气和废气实际样品进行6次重复测定，环境空气实际样品的实验室内相对标准偏差范围为1.5%~3.4%，废气实际样品的实验室内相对标准偏差范围为0.10%~4.3%。

3. 准确度

高、低浓度曲线分别配置0.040 μmol/mol、0.500 μmol/mol、0.900 μmol/mol和1.00 μmol/mol、10.0 μmol/mol、18.0 μmol/mol 六种不同浓度水平的空白加标样品，每个样品平行测定6次并计算相对误差，编制组的测定结果见表24，七家验证实验室的测定结果见表25~31，七家验证单位试验结果汇总见表32。

表24 标准编制组非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 (μmol/mol)	1	0.040	0.519	0.905	0.977	9.80	18.1
	2	0.041	0.521	0.907	0.977	9.84	18.4
	3	0.038	0.518	0.900	0.973	9.82	18.1
	4	0.041	0.517	0.901	0.970	9.81	18.0
	5	0.039	0.521	0.892	0.977	9.82	18.1
	6	0.039	0.524	0.918	0.974	9.76	18.2
平均值 (μmol/mol)		0.040	0.520	0.904	0.975	9.81	18.1
相对误差 (%)		0	4.0	0.44	-2.5	-1.9	0.56

表25 1#实验室非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 (μmol/mol)	1	0.044	0.522	0.906	1.09	10.0	17.2
	2	0.044	0.519	0.904	1.08	10.0	17.3
	3	0.040	0.528	0.908	1.07	10.1	17.2
	4	0.041	0.535	0.887	1.07	10.1	17.2
	5	0.040	0.524	0.915	1.07	10.1	17.2
	6	0.039	0.528	0.919	1.08	10.2	17.1
平均值 (μmol/mol)		0.041	0.526	0.907	1.08	10.1	17.2
相对误差 (%)		2.5	5.2	0.78	8.0	1.0	-4.4
回收率 (%)		102.5	105.2	100.8	108	101	95.6

表26 2#实验室非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.043	0.503	0.854	1.11	10.1	17.1
	2	0.043	0.504	0.865	1.09	10.1	17.2
	3	0.043	0.512	0.864	1.09	10.1	17.1
	4	0.043	0.512	0.863	1.09	10.1	17.2
	5	0.043	0.506	0.865	1.10	10.1	17.2
	6	0.044	0.513	0.857	1.09	10.1	17.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.043	0.508	0.861	1.10	10.1	17.2
相对误差 (%)		7.5	1.6	-4.3	10	1.0	-4.4
回收率 (%)		107.5	101.6	95.7	110	101	95.6

表27 3#实验室非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.042	0.514	0.876	1.10	10.3	17.6
	2	0.039	0.513	0.872	1.10	10.4	17.8
	3	0.044	0.517	0.870	1.11	10.3	17.7
	4	0.038	0.515	0.869	1.11	10.3	17.6
	5	0.040	0.512	0.874	1.11	10.4	17.8
	6	0.043	0.508	0.872	1.11	10.3	17.8
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.041	0.513	0.872	1.10	10.3	17.7
相对误差 (%)		2.5	2.6	-3.1	10	3.0	-1.7
回收率 (%)		102.5	102.6	96.9	110	103	98.3

表28 4#实验室非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.038	0.494	0.902	1.03	10.0	18.1
	2	0.038	0.502	0.901	1.03	10.0	18.1
	3	0.038	0.502	0.901	1.03	10.0	18.1
	4	0.043	0.497	0.900	1.03	9.97	18.1
	5	0.041	0.497	0.897	1.04	9.97	18.1
	6	0.040	0.498	0.899	1.03	9.95	18.1

平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)	0.040	0.498	0.900	1.03	9.98	18.1
相对误差 (%)	0.0	-0.40	0	3.0	-0.20	0.56
回收率 (%)	100	99.6	100	103	99.8	100.6

表29 5#实验室非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.041	0.505	0.916	1.03	9.99	18.0
	2	0.041	0.503	0.915	1.03	9.99	18.0
	3	0.041	0.505	0.917	1.03	9.97	18.0
	4	0.041	0.508	0.921	1.03	9.97	18.1
	5	0.041	0.505	0.918	1.03	9.96	18.1
	6	0.040	0.504	0.921	1.03	9.97	18.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.041	0.505	0.918	1.03	9.98	18.0
相对误差 (%)		2.5	1.0	2.0	3.0	-0.20	0
回收率 (%)		102.5	101	102	103	99.8	100

表30 6#实验室非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.039	0.500	0.901	1.07	10.0	18.1
	2	0.040	0.498	0.899	1.07	10.1	18.1
	3	0.040	0.495	0.904	1.07	10.1	18.1
	4	0.040	0.495	0.903	1.07	10.1	18.1
	5	0.038	0.501	0.904	1.07	10.1	18.1
	6	0.038	0.499	0.903	1.07	10.1	18.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.039	0.498	0.902	1.07	10.1	18.1
相对误差 (%)		-2.5	-0.40	0.22	7.0	1.0	0.56
回收率 (%)		97.5	99.6	100.2	107	101	100.6

表 31 7#实验室非甲烷总烃准确度测试数据

序号		试 样					
		0.040	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0
测定结果 ($\mu\text{mol/mol}$)	1	0.040	0.499	0.901	1.01	10.0	18.0
	2	0.039	0.500	0.900	1.00	10.0	18.0

	3	0.039	0.501	0.898	1.00	10.0	18.1
	4	0.039	0.499	0.899	0.99	9.99	18.1
	5	0.038	0.501	0.900	1.01	9.99	18.0
	6	0.038	0.500	0.898	1.01	9.95	18.1
平均值 ($\mu\text{mol/mol}$)		0.039	0.500	0.899	1.00	9.99	18.0
相对误差 (%)		-2.5	0	-0.11	0	-0.10	0
回收率 (%)		97.5	100	99.9	100	99.9	0

表32 非甲烷总烃准确度测试数据汇总表

实验室号	0.040		0.500		0.900	
	$\bar{x}_i(\mu\text{mol/mol})$	$RE_i(\%)$	$\bar{x}_i(\mu\text{mol/mol})$	$RE_i(\%)$	$\bar{x}_i(\mu\text{mol/mol})$	$RE_i(\%)$
1#	0.041	2.5	0.526	5.2	0.907	0.78
2#	0.043	7.5	0.508	1.6	0.861	-4.3
3#	0.041	2.5	0.513	2.6	0.872	-3.1
4#	0.039	-2.5	0.498	-0.40	0.900	0
5#	0.041	2.5	0.505	1.0	0.918	2.0
6#	0.039	-2.5	0.498	-0.40	0.902	0.22
7#	0.039	-2.5	0.500	0	0.899	0.11
$\overline{RE}(\%)$	1.1		1.4		-0.61	
$S_{RE}(\%)$	3.8		2.0		2.2	
实验室号	1.00		10.0		18.0	
	$\bar{x}_i(\mu\text{mol/mol})$	$RE_i(\%)$	$\bar{x}_i(\mu\text{mol/mol})$	$RE_i(\%)$	$\bar{x}_i(\mu\text{mol/mol})$	$RE_i(\%)$
1#	1.08	8.0	10.1	1.0	17.2	-4.4
2#	1.10	10	10.1	1.0	17.2	-4.4
3#	1.10	10	10.3	3.0	17.7	-1.7
4#	1.03	3.0	9.98	-0.20	18.1	0.56
5#	1.03	3.0	9.98	-0.20	18.0	0
6#	1.07	7.0	10.1	1.0	18.1	0.56
7#	1.00	0	9.99	-0.10	18.0	0
$\overline{RE}(\%)$	5.9		0.79		-1.3	
$S_{RE}(\%)$	3.9		1.1		2.2	

结论：七家实验室分别对 0.040 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.500 $\mu\text{mol/mol}$ 、0.900 $\mu\text{mol/mol}$ 、1.00 $\mu\text{mol/mol}$ 、10.0 $\mu\text{mol/mol}$ 、18.0 $\mu\text{mol/mol}$ 六种不同浓度标气进行6次重复测定，相对误差范围分别为-2.5%~7.5%、

-0.40%~5.2%、-4.3%~2.0%、0~10%、-0.20%~3.0%、-4.4%~0.56%，相对误差最终值分别为1.1%±3.8%、1.4%±2.0%、-0.61%±2.2%、5.9%±3.9%、0.79%±1.1%、-1.3%±2.2%。

六、重大分歧意见的处理经过、依据和结果

标准起草过程中无重大分歧意见。

七、采用国际标准或国外先进标准的，说明采标程度，以及国内外同类标准水平的对比情况
本标准未采用国际标准或国外先进标准，通过联机检索，未查到国内外同类标准。

（一）与国外同类标准的对比情况

在国外同类监测标准方面，主要有美国环保署 EPA Method TO-12：Mehtod for The Determination of Non-Methane Organic Compounds (NMOC) In Ambient Air Using Cryogenic Preconcentration and Direct Flame Ionization Detection(PDFID) 环境空气-非甲烷有机物的测定-低温预浓缩/直接火焰离子化检测法。其适用范围为环境空气，采样与前处理方法为采样罐采集，冷冻预浓缩-高温气化、液氮制冷型。

美国环保署 EPA Method 25C：Analysis of Non-Methane Organic Carbon(NMOC) In Landfill Gases 固废填埋场废气中的非甲烷有机物的测定。测定固废填埋场废气中的非甲烷有机物，碳分子筛柱将非甲烷有机物分离后，将其催化氧化为二氧化碳，再还原为甲烷后，用 FID 检测。

国际标准化组织 ISO 14965:2000 Air quality- Determination of total non- methane organic compounds-Cryogenic preconcentration and direct flame ionization detection method 环境空气-非甲烷有机物的测定-低温预浓缩/直接火焰离子化检测法。其适用范围为环境空气，采样与前处理方法为采样罐采集，冷冻预浓缩-高温气化、液氮制冷型。

美国材料与试验协会 ASTM D5953M-96(2009)：Standard Test Method for Determination of Non-Methane Organic Compounds (NMOC) in Ambient Air Using Cryogenic Preconcentration and Direct Flame Ionization Detection Method (Metric) 用低温预富集和直接火焰离子检测法测定环境空气中非甲烷有机化合物（NMOC）的试验方法。其适用范围为环境空气、室内空气、工作场所空气非甲烷有机化合物，采样与前处理方法为采样罐采集，冷冻预浓缩-高温气化、液氮制冷型。

国外相关标准与本标准的对比情况见表 33。

表 33 本标准与国外标准对比表

	本标准	Method TO-12	Method 25C	D5953M-96(2009)	ISO 14965:2000
适用范围	环境空气、废气	环境空气	垃圾填埋场废气	环境空气、室内空气	环境空气
目标化合物	非甲烷总烃	非甲烷有机物	非甲烷有机物	非甲烷有机物	非甲烷有机物

分离方式	低温预富集技术	低温预富集技术	碳分子筛柱	低温预富集技术	低温预富集技术
制冷原理	电子制冷	液氮/液氧制冷	/	液氮/液氩/液氧制冷	液氮制冷
制冷温度	5 °C	-183 °C	/	-183 °C	-186 °C
非甲烷总烃测量方式	直测法	直测法	直测法	直测法	直测法
使用成本	低	高	/	高	高

本标准相比国外标准相比适用范围不同、分离原理不同。国外的标准大多数都是直测法，但都是采用液氮/液氧的制冷技术，在制冷速度和效果方面具有显著优势，但其安全隐患高。若使用不当，在挥发过程中会形成低温环境，对人体健康有害，也可能使皮肤冻伤；且液氮及其设备的价格较高，在使用中需要较高的技术支持和人员操作的费用。本标准采用电子制冷技术，在制冷温度为-20°C~5°C时，可达到要求，体现了节能环保的宗旨。

（二）与国内同类标准的对比情况

目前，监测非甲烷总烃的方法主要是气相色谱法，该法将样品直接注入带有氢火焰离子化检测器（FID）的气相色谱仪，分别在总烃柱和甲烷柱上测定总烃和甲烷的含量，两者之差即作为非甲烷总烃（以碳计）的含量。该法具有检出限低、操作简便、技术成熟、认可度广、可分析复杂样品等优点，在大气环境监测的实际工作中得到广泛应用。

国内同类监测方法方面：实验室内监测方法主要有《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）、《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 604-2017）、《空气和废气监测分析方法》（第四版）总烃和非甲烷烃测定法-（B）。以上方法采用的都是差减法通过测量总烃和甲烷的差值来计算非甲烷总烃，且方法中常用到的采样设备有全玻璃材质注射器、气袋，玻璃注射器具有价格便宜、操作简便等优点，但是气密性不佳，样品保存期限很短。

除实验室监测技术以外，还有一些非甲烷总烃便携式监测仪的方法《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 便携式催化氧化-氢火焰离子化检测器法》（HJ 1331-2023）、《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 便携式气相色谱-氢火焰离子化检测器法》（HJ 1332-2023），其由样品采集和传输单元、样品分离/预处理单元、分析单元、数据采集和处理单元、辅助设备等组成，适用于环境空气和废气的日常监测和应急监测。样品经过样品采集和传输单元的加热、保温和过滤后，到达样品分离/预处理单元，经过色谱分离或高温催化等环节，达到氢火焰电离检测器，实现样品的分析检测，从而得出非甲烷总烃的含量。最后，通过数据采集和处理

单元，实现数据的自动采集、计算、传输、储存。非甲烷总烃的便携式监测技术相比实验室监测技术，优点有三：（1）非甲烷总烃便携式监测仪有过滤、加热、保温等功能，避免了样品的冷凝损耗。（2）现场采集、现场分析，无需经过采样存储设备，避免了存储设备吸附样品的可能。（3）实时高效，分析周期短，效率高。但以上监测方法都测定瞬时值，无法真正准确测定小时均值，且都是通过差减法计算非甲烷总烃含量。与本标准的对比情况见表 34。

表 34 本标准与国内标准对比表

	本标准	HJ 38-2017	HJ 604-2017	HJ 1331-2023	HJ 1332-2023	DB11/T 1367-2016	DB37/T 3922-2020	DB35/T 1913-2020
适用范围	环境空气、废气	固定污染源废气	环境空气	固定污染源废气	固定污染源废气	固定污染源废气	固定污染源废气	固定污染源废气
目标化合物	非甲烷总烃	总烃、甲烷、非甲烷总烃	总烃、甲烷、非甲烷总烃	总烃、甲烷、非甲烷总烃	总烃、甲烷、非甲烷总烃	总烃、甲烷、非甲烷总烃	总烃、甲烷、非甲烷总烃	总烃、甲烷、非甲烷总烃
干扰	无干扰	氧峰干扰	氧峰干扰	颗粒物、氧峰干扰	颗粒物、氧峰干扰	颗粒物、氧峰干扰	颗粒物、氧峰干扰	颗粒物、氧峰干扰
采样容器	真空罐、真空瓶	全玻璃注射器、气袋	全玻璃注射器、气袋	现场测定	现场测定	现场测定	现场测定	现场测定
采样方式	瞬时采样、恒定流量采样	瞬时采样	瞬时采样	瞬时采样	瞬时采样	瞬时采样	瞬时采样	瞬时采样
样品保存时间	20 d	玻璃注射器：不超过 8 h； 气袋：不超过 48 h	玻璃注射器：不超过 8 h； 气袋：不超过 48 h	/	/	/	/	/
非甲烷总烃测量方式	直测法	间接法	间接法	间接法	间接法	间接法	间接法	间接法

检出限	0.01 mg/m ³ (以碳 计)	0.07 mg/m ³ (以碳 计)	0.07 mg/m ³ (以碳 计)	总烃 0.4 mg/m ³ (以甲烷 计)	总烃 0.2 mg/m ³ (以甲烷 计)	0.1 mg/m ³ (以碳计)	0.1 mg/m ³ (以碳计)	0.1 mg/m ³ (以碳 计)
-----	--	--	--	---	---	--------------------------------	--------------------------------	------------------------------------

本标准与以上国内监测相比，适用范围、测定的目标化合物、采样方式、非甲烷总烃的测量方式完全不同，以上国内监测方法都是间接法测量原理，即分别测量甲烷和总烃浓度，并通过二者差值获取非甲烷总烃浓度。且方法检出限都较高。

本标准采用直测法直接测定非甲烷总烃的方式，利用真空罐采集样品，样品的保存时间更长且可以连续采集 1 小时或 24 小时的样品，实现测量结果更准确。

八、贯彻标准的措施建议

(一) 技术措施

为了有效贯彻标准实施，相关环境监测机构需开展环境空气、无组织排放监控点空气和固定污染源有组织废气中非甲烷总烃的测定项目，且分析人员应学习并掌握本标准方法，熟练规范地进行样品分析。

(二) 管理措施

加强本标准发布后的宣贯和培训，使各使用机构了解方法要求，提升环境空气、无组织排放监控点空气和固定污染源有组织废气中非甲烷总烃的检测能力和水平。

(三) 实施方案

环境主管部门应积极地对标准进行宣贯和推广，在相关网站上提供标准文本的下载链接，引导相关环境监测机构和企事业单位进行标准方法的学习和使用。各环境监测机构要认真地对标准进行方法验证，以达到准确测定的能力，应指导相关行业对标准方法的使用，鼓励标准适用行业利用新标准方法进行监测。本标准由吉林省市场监督管理局批准发布，由吉林省生态环境厅负责监督实施。

九、预期效益分析

（一）经济效益

本标准使用的采样容器都可以每次清洗反复使用，也使其监测成本降低，同时有效避免针筒注射器、气袋等现有方法的采样带来繁琐的，人工操作及其可能产生的误差，降低分析者劳动强度，提高工作效率的同时保证分析数据的可靠性和准确性。

（二）社会效益

标准实施后，环境监管部门可以通过建立精准测量非甲烷总烃的监测方法，提高监测部门监测能力，实现精准评价的目标。改善环境监测部门服务形象。可得到更加准确的监测数据，有效的助力大气污染物减排，利于“碳达峰”、“碳中和”的目标，为环境保护主管部门进行环境管理提供有力的技术支撑。

（三）生态效益

本标准的制定，建立了非甲烷总烃精准的监测方法，能够对区域污染物浓度分布情况、摸清辖区重点污染源，制定精准管控措施，更好的为政府科学为打好污染防治攻坚战决策提供技术支持，为环境空气质量的持续改善做出贡献。

十、参考文献及其他需要说明的事项

- [1]郑玉凤,郝露露.气相色谱法测定环境空气中的总烃、甲烷和非甲烷总烃[J].中国资源综合利用,2022,40(8):10-12.
- [2]康敏捷,樊文华,武智晖,等.太原市冬季非甲烷总烃的分布特征[J].山东化工,2021,50(6):274-277.
- [3]OTTO D A. Exposure of Humans to a Volatile Organic Mixture. II. Sensory [J] . Archives of Environmental Health,1992,47(1) :31-38.
- [4]OTTO D A, HUDNELL H K, HOUSE D E, et al.Exposure of Humans to a Volatile Organic Mixture. i.Behavioral Assessment [J].Arch Environ Health,1992,47(1):23-30.
- [5]KAMAL M S,RAZZAK S A,HOSSAIN M M.Catalytic Oxidation of Volatile Organic Compounds (VOCs) -a Review [J].Atmospheric Environment,2016,140:117-134.
- [6]李承,孙壮.不同采样和保存方式测定非甲烷总烃比对研究[J].环境科学与技术,2016,39:335-338.
- [7]李文钊.催化燃烧法在喷漆有机废气非甲烷总烃处理中的应用[J].中国资源综合利用,2021,39(4):176-178.

[8]PANOPOULOU A, LIAKAKOU E, SAUVAGE S, et al.Variability and sources of non-methane hydrocarbons at a Mediterranean urban atmosphere: The role of biomass burning and traffic emissions[J]. Science of the Total Environment,2021,800: 149389.

[9]张文帅,朱海渤,杜天君.固定污染源挥发性有机物(VOCs)在线监测系统响应因子特性研究[J]. 中国测试, 2020,46: 1-5.

[10]吴晓凤,马双,毕哲,吕怡兵.我国生态环境监测行业空气和废气中非甲烷总烃检测能力浅析[J]. 中国测试,2022,48(10):152-157.

《环境空气和废气 罐采样非甲烷总烃的测定 气相色谱法》标准起草小组

2025年4月27日