



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 1012-2018

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

Ambient air and stationary source emission—Specifications and test procedures for hydrocarbons, methane and nonmethane hydrocarbons portable total monitoring instrument

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境出版集团出版的正式标准文本为准。

2018-12-29 发布

2019-07-01 实施

生态环境部 发布

目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 仪器的结构组成.....	2
5 技术要求.....	3
6 性能指标.....	5
7 检测方法.....	7
8 质量保证.....	12
9 检测项目.....	13

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，保护生态环境，保障人体健康，规范环境空气和固定污染源废气总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪的性能、质量，制定本标准。

本标准规定了总烃、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。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：中国环境监测总站。

本标准生态环境部2018年12月29日批准。

本标准自2019年7月1日起实施。

本标准由生态环境部解释。

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

1 适用范围

本标准规定了总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准适用于环境空气和固定污染源废气总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪（以下简称“仪器”）的设计、生产和检测。

针对应用于不同场合的仪器，规定了相应仪器的检测范围。用于环境空气及环境空气污染事故应急监测的仪器本标准称为 I 型仪器，用于固定污染源废气监测的仪器本标准称为 II 型仪器。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 3836.1 爆炸性环境第一部分：设备通用要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

HJ 38 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 168 环境监测 分析方法标准制修订技术导则

HJ 604 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

总烃 total hydrocarbons (THC)

在 HJ 38、HJ 604 规定的条件下，氢火焰离子化检测器上有响应的气态有机化合物的总和（除另有说明，结果以碳计）。

3.2

非甲烷总烃 nonmethane hydrocarbons (NMHC)

在 HJ 38、HJ 604 规定的条件下，氢火焰离子化检测器上有响应的除甲烷外的其他气态有机化合物的总和（除另有说明，结果以碳计）。

3.3

仪器检出限 instrument detection limit

仪器在给定的置信度内可从样品中定性检出待测物质的最小浓度。

3.4

定量测量重复性 quantitative measurement repeatability

在一组重复性测量条件下，基于待测组分仪器示值的测量精密度，用仪器连续多次测量同一标准物质时基于某一或多个待测组分仪器示值的相对标准偏差表示。

3.5

响应因子 response factor

本标准中，氢火焰离子化检测器测量其他气态有机化合物响应值相对于测量甲烷响应值的无量纲比值。

3.6

仪器间平行性 instruments parallelism

在相同的环境条件下，两套同型号系统对同一被测物测量结果的相对标准偏差。

3.7

转化效率 conversion efficiency

使用催化氧化装置把除甲烷外的气态有机化合物氧化掉的效率。

4 仪器的结构组成

4.1 仪器整体结构组成

仪器结构主要包括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。依据仪器测量方式和原理的不同，仪器可能具备上述全部或部分结构组成，供电及供气应保证现场监测工作的需求。

4.2 样品采集和传输单元

主要包括采样探头、样品传输管线、流量控制设备和采样泵等，其具体技术要求见 5.1.4 和 5.2.4.1。

4.3 样品分离/预处理单元

主要包括样品过滤部件和色谱分离部件/高温催化部件等；样品分离/预处理部件单元的材料和安装应不影响仪器测量，具体技术要求见 5.2.4.2。

4.4 分析单元

用于对采集的样品进行测量分析，具体技术要求见 5.2.4.3。

4.5 数据采集和处理单元

用于采集、处理和存储监测数据，并能按中心计算机指令传输监测数据和设备工作状态信息；数据采集和处理单元的具体技术要求见 5.2.4.5。

4.6 辅助设备

采用抽取测量方式的便携式仪器，其辅助设备主要包括尾气排放装置、反吹净化及其控制装置、凝液排放装置以及防爆装置等。

5 技术要求

5.1 I 型仪器技术要求

5.1.1 一般要求

同 5.2.1。

5.1.2 工作条件

同 5.2.2。

5.1.3 安全要求

同 5.2.3。

5.1.4 功能要求

除样品采集和传输单元加热、保温和过滤功能以及采样泵克服负压的功能不做必须要求外，其余要求同 5.2.4。样品采集和传输单元具备加热功能的仪器，其加热温度一般不低于 120℃，且高于采样压力条件下气体样品的水露点值或烃露点值（以最大值为准）20℃以上，实际温度值应能够在仪器中显示。

5.2 II型仪器技术要求

5.2.1 外观要求

5.2.1.1 仪器应具有铭牌，铭牌上应标有名称、型号、生产单位、出厂编号、制造日期等信息。

5.2.1.2 仪器表面应完好无损，无明显缺陷，各零、部件连接可靠，各操作键、按钮使用灵活，定位准确。

5.2.1.3 仪器主机面板显示清晰，涂色牢固，字符、标识易于识别，无影响读数的缺陷。

5.2.1.4 仪器外壳或外罩应耐腐蚀、密封性能良好、防尘、防雨，仪器应至少达到 GB/T 4208 中 IP55 防护等级要求。若使用环境有防爆要求，必须按照 GB3836.1 中相关规定执行。

5.2.1.5 仪器应具备较好的便携及移动性，仪器总质量（含采样和预处理设备）应不超过 30 kg。

5.2.2 工作条件

a) 环境温度：(0~40) °C；

b) 相对湿度：≤85%；

c) 大气压：(80~106) kPa；

d) 供电电压：AC (220±22) V，(50±1) Hz。可使用 DC 24 V 电源。

注：特殊环境条件下，仪器设备的配置应满足当地环境条件的使用要求。

5.2.3 安全要求

5.2.3.1 绝缘电阻

在环境温度为 (15~35) °C，相对湿度≤85%条件下，仪器电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于 20 MΩ。

5.2.3.2 绝缘强度

在环境温度为 (15~35) °C，相对湿度≤85%条件下，仪器在 1500 V（有效值）、50 Hz 正弦波试验电压下持续 1 min，不应出现击穿或飞弧现象。

仪器应具有漏电保护装置，具备良好的接地措施，防止雷击等对系统造成损坏。

5.2.4 功能要求

5.2.4.1 样品采集和传输单元要求

5.2.4.1.1 样品采集部件必须具备加热、保温和过滤功能，其加热温度一般不低于 120°C，且高于烟气温度 20°C 以上，实际温度值应能够在仪器中显示。样品采集部件还应具备颗粒物过滤功能。其采样设备的前端或后端应具备便于更换或清洗的颗粒物过滤器，过滤器滤料的材质应不吸附和与气态污染物发生反应，过滤器应至少能过滤 5 μm 粒径的颗粒物。采

样泵应具备克服烟道负压的足够抽气能力，仪器应保障采样流量准确可靠、相对稳定。

5.2.4.1.2 样品采集部件的材质应选用耐高温、防腐蚀和不吸附、不与气态污染物发生反应的材料，应不影响待测污染物的正常测量。

5.2.4.1.3 样品传输管线应长度适中。当使用伴热管线时应具备稳定、均匀加热和保温的功能；其加热温度一般不低于 120℃，且高于烟气温度 20℃ 以上，实际温度值应能够在仪器中显示。

5.2.4.1.4 样品采集和传输部件应具备完成全系统校准的功能要求。

5.2.4.1.5 样品传输管线应使用不吸附和与气态污染物发生反应的材料。

5.2.4.2 样品分离/预处理单元要求

5.2.4.2.1 设备及其部件应方便清理和更换。

5.2.4.2.2 若设置除湿功能，应保证在样品除湿过程不会引起气态污染物的损失。

5.2.4.2.3 预处理设备的材质应使用不吸附和与气态污染物发生反应的材料。

5.2.4.2.4 为防止颗粒物污染分析仪，在气体样品进入分析仪之前宜设置精细过滤器；过滤器滤料的材质应不吸附并不与气态污染物发生反应，过滤器应至少能过滤（0.5~1） μm 粒径的颗粒物。

5.2.4.3 分析仪器要求

5.2.4.3.1 分析仪器及其配套装置须具有数据文件自动记录与存储、历史数据查询、再处理与打印的功能。

5.2.4.3.2 采用氢火焰电离检测器的分析仪器，须具有实时自动检测当前火焰状态，或周期性自动检测火焰状态的功能。

5.2.4.3.3 采用氢火焰电离检测器的分析仪器，须具有通过自动火焰检测功能检测到火焰熄灭故障状态后，自动/手动点火、仪器恢复正常运行的功能。

5.2.4.4 校准功能要求

5.2.4.4.1 具备手动和/或自动方式校准功能。

5.2.4.4.2 具备外标法校准功能。

5.2.4.5 数据采集和处理单元要求

5.2.4.5.1 仪器应可以显示、存储、输出监测数据和报表。

5.2.4.5.2 应显示和记录超出其零点以下和量程以上至少 10% 的数据值。

5.2.4.5.3 具备显示、设置系统时间和时间标签功能，数据为设置时段的平均值。

5.2.4.5.4 具备显示实时数据、查询历史数据功能，并能以报表或报告形式输出。

5.2.4.5.5 具备数字信号输出功能及数据有线/无线网络传输功能。

5.2.4.5.6 具有中文数据采集、记录、处理和控制软件。

6 性能指标

6.1 I型仪器性能指标

6.1.1 方法性能指标

6.1.1.1 仪器检出限

仪器检出限： $\leq 0.13 \mu\text{mol/mol}$ (0.07 mg/m^3 ，以碳计)。

6.1.1.2 样品空白

样品空白应小于仪器检出限。

6.1.1.3 定量测量重复性

相对标准偏差： $\leq 2.0\%$ (甲烷)。

6.1.1.4 线性误差

线性误差：不超过 $\pm 2.0\%$ 满量程 (甲烷)。

6.1.1.5 加标回收率

加标回收率应在 $80\% \sim 120\%$ 之间。

6.1.2 仪器性能指标

6.1.2.1 仪器分析周期

仪器分析周期： $\leq 2 \text{ min}$ 。

6.1.2.2 环境温度变化的影响

环境温度在 ($0 \sim 40$) $^{\circ}\text{C}$ 范围内变化，仪器所有测量组分示值的变化：不超过 $\pm 5.0\%$ 满量程。

6.1.2.3 供电电压变化的影响

供电电压变化 $\pm 10\%$ ，仪器所有测量组分示值的变化：不超过 $\pm 2.0\%$ 满量程。

6.1.2.4 氧气的影响

氧对非甲烷总烃测量的影响不超过 $\pm 5.0\%$ 满量程。

6.1.2.5 响应因子

各 VOCs 组分相对甲烷的质量响应因子应满足一定范围，见表 1。

表 1 各组分响应因子范围

序号	类型	响应因子范围
1	丙烷	0.9~1.2
2	脂肪烃	0.8~1.2
3	芳香烃	0.8~1.2
4	二氯甲烷	0.75~1.15

6.1.2.6 仪器间平行性

2 台（套）仪器测量同一标准样品示值的相对标准偏差 $\leq 5.0\%$ 。

6.1.2.7 转化效率

使用催化氧化技术氧化非甲烷总烃的仪器，其转化效率应 $\geq 95\%$ 。

6.2 II 型仪器性能指标

6.2.1 方法性能指标

6.2.1.1 仪器检出限

仪器检出限： $\leq 1.49 \mu\text{mol/mol}$ (0.8 mg/m^3 ，以碳计)。

6.2.1.2 样品空白

样品空白应小于仪器检出限。

6.2.1.3 定量测量重复性

相对标准偏差： $\leq 2.0\%$ (甲烷)。

6.2.1.4 线性误差

线性误差：不超过 $\pm 2.0\%$ 满量程 (甲烷)。

6.2.1.5 加标回收率

加标回收率应在 $80\% \sim 120\%$ 之间。

6.2.2 仪器性能指标

6.2.2.1 仪器分析周期

仪器分析周期： $\leq 2 \text{ min}$ 。

6.2.2.2 环境温度变化的影响

环境温度在（0~40）℃范围内变化，仪器所有测量组分示值的变化：不超过±5.0%满量程。

6.2.2.3 进样流量变化的影响

进样流量变化±10%，仪器所有测量组分示值的变化：不超过±2.0%满量程。

6.2.2.4 供电电压变化的影响

供电电压变化±10%，仪器所有测量组分示值的变化：不超过±2.0%满量程。

6.2.2.5 振动的影响

按照规定的振动条件和频率进行振动实验后，仪器所有测量组分示值的变化：不超过±2.0%满量程。

6.2.2.6 氧气的影响

氧对非甲烷总烃测量的影响：不超过±5.0%满量程。

6.2.2.7 响应因子

各 VOCs 组分相对质量响应因子应满足一定范围，见表 1。

6.2.2.8 仪器间平行性

2 台（套）仪器测量同一标准样品示值的相对标准偏差：≤5.0%。

6.2.2.9 转化效率

使用催化氧化技术氧化非甲烷总烃的设备，其转化效率应≥95%。

7 检测方法

7.1 一般要求

7.1.1 至少抽取 2 套同型号仪器在指定的场地同时进行检测。

7.1.2 检测期间除进行校准外，不允许对仪器进行计划外的维护、检修和调节。

7.1.3 如果因供电问题造成测试中断，在供电恢复正常后，继续进行检测，已经完成的测试指标和数据有效。

7.1.4 如果因仪器故障造成测试中断，在仪器恢复正常后，重新开始检测，已经完成的测试指标和数据作废；检测期间，每台（套）仪器故障次数≤2 次。

7.1.5 各技术指标检测数据均采用仪器数据采集与处理单元存储记录的最终结果。

7.1.6 I 型仪器的仪器检测范围最大不超过 20 mg/m³（非甲烷总烃，以碳计），II 型仪器检测范围最大不超过 200 mg/m³（非甲烷总烃，以碳计）。

7.2 标准物质要求

7.2.1 标准气体：市售有证标准气体，不确定度 $\leq 2.0\%$ 。

7.2.2 零气可使用氮气，其中碳氢化合物不得高于 0.3 mg/m^3 ；量程校准气采用甲烷标准气体，较低浓度的标准气体可以使用高浓度的标准气体稀释获得。

7.3 I 型、II 型仪器检测方法

7.3.1 仪器检出限

仪器开机并调出运行方法，使仪器处于最佳运行状态，通入接近检出限的零气或除烃空气加标样品，待读数稳定后连续测量7次，记录测得浓度值 X_i ，其中 i 为测量次数（ $i=1,2,\dots,n$ ），按公式（1）计算所取得数据的标准偏差 S_0 ，以 S_0 记为仪器的零点噪声。

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 S_0 —— 零点噪声， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 X_i —— 第 i 次进样测得浓度， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 \bar{X} —— n 次进样测得浓度平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 i —— 记录数据的序号（ $i=1\sim 7$ ）；
 n —— 记录数据的总个数（ $n=7$ ）。

按公式（2）计算待测仪器的仪器检出限 R_{DL} 。I 型、II 型仪器的仪器检出限应分别符合 6.1.1.1、6.2.1.1 的要求。

$$R_{DL} = 3.143S_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 R_{DL} —— 待测分析仪器最低检出限， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 S_0 —— 待测分析仪器零点噪声值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
3.143 —— 连续进样 7 次，在 99%置信区间内的 t 值。

7.3.2 样品空白

仪器运行到最佳状态后，通入零气或无烃空气，测量得出的空白的结果，重复测量三次，I 型、II 型仪器样品空白的最大值应分别符合 6.1.1.2、6.2.1.2 的要求。

7.3.3 定量测量重复性

待测仪器运行稳定后，通入浓度为（ $50\% \pm 5\%$ ）量程校准气（甲烷），待读数稳定后记录显示值 C_i ，使用同一浓度校准气重复上述测试操作至少 6 次，按公式（3）计算待测仪器的定量测量重复性。I 型、II 型仪器的定量测量重复性应分别符合 6.1.1.3、6.2.1.3 的要求。

$$S_r = \frac{1}{C} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中： S_r ——待测仪器定量测量重复性，%；

C_i ——量程标气第*i*次测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

\bar{C} ——量程标气测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

i ——记录数据的序号 ($i=1\sim n$)；

n ——测量次数 ($n\geq 6$)。

7.3.4 线性误差

待测仪器运行稳定并进行校准后，依次通入浓度为 (20%±5%) 满量程、(40%±5%) 满量程、(60%±5%) 满量程和 (80%±5%) 满量程的标准气体 (甲烷)；读数稳定后分别记录仪器对各浓度标准气体所有测量组分的示值，再通入零气等待仪器示值回零。

重复上述步骤3次，按公式 (4) 计算待测仪器每种浓度标准气体所有测量组分测量误差相对于满量程的百分比 L_{ei} ，I 型、II 型仪器 L_{ei} 的最大值应分别符合 6.1.1.4、6.2.1.4 的要求。

$$L_{ei} = \frac{(\bar{C}_{di} - C_{si})}{R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中： L_{ei} —— 待测分析仪器测量第 i 种浓度标准气体的线性误差，%；

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

—— 待测分析仪器测量第 i 种浓度标准气体 3 次测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

i ——测量标准气体序号 ($i=1\sim 4$)；

R ——待测仪器满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.3.5 加标回收率

采集三个实际样品，分别加入一定量的甲烷、丙烷标准物质，加标量应和标准曲线中点浓度匹配。计算样品的加标回收率，计算同 HJ 168 中 A.4.2 章节，I 型、II 型仪器的加标回收率应分别符合 6.1.1.5、6.2.1.5 的要求。

7.3.6 仪器分析周期

仪器分析周期指仪器连续运行时给出两组相邻测量结果之间的时间间隔。I 型、II 型仪器的仪器分析周期应分别符合 6.1.2.1、6.2.2.1 的要求。

7.3.7 环境温度变化的影响

- a) 待测仪器在恒温环境中运行后，设置温度为 (20±2) °C，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_0 ，通入浓度为 (50%±5%) 量程校准气，记录待测仪器示值 M_0 ；
- b) 缓慢调节 (升温速率或降温速率 ≤ 1 °C/min，以下相同) 恒温环境温度为 (40±2) °C，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_1 ，分别通入同一浓度校准气，记录待测仪器示值 M_1 ；
- c) 缓慢调节恒温环境温度为 (20±2) °C，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_2 ，分别通入同一浓度校准气，记录待测仪器示值 M_2 ；

- d) 缓慢调节恒温环境温度为 $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_3 ，分别通入同一浓度校准气，记录待测仪器示值 M_3 ；
- e) 缓慢调节恒温环境温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，稳定至少 30 min，记录标准温度值 t_4 ，分别通入同一浓度校准气，记录待测仪器示值 M_4 ；
- f) 按公式 (5) 计算待测分析仪器环境温度变化的影响。I 型、II 型仪器的环境温度变化影响应分别符合 6.1.2.2、6.2.2.2 的要求。

$$b_{st} = \frac{(M_3 - Z_3) - \frac{(M_2 - Z_2) + (M_4 - Z_4)}{2}}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{(M_1 - Z_1) - \frac{(M_0 - Z_0) + (M_2 - Z_2)}{2}}{R} \times 100\% \dots (5)$$

式中：
 b_{st} -----待测仪器环境温度变化的影响，%；
 M_0 -----环境温度 t_0 ，待测仪器量程校准气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 M_1 -----环境温度 t_1 ，待测仪器量程校准气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 M_2 -----环境温度 t_2 ，待测仪器量程校准气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 M_3 -----环境温度 t_3 ，待测仪器量程校准气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 M_4 -----环境温度 t_4 ，待测仪器量程校准气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 Z_0 -----环境温度 t_0 ，待测仪器零气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 Z_1 -----环境温度 t_1 ，待测仪器零气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 Z_2 -----环境温度 t_2 ，待测仪器零气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 Z_3 -----环境温度 t_3 ，待测仪器零气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 Z_4 -----环境温度 t_4 ，待测仪器零气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 R -----待测仪器满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.3.8 进样流量变化的影响

待测仪器运行稳定后，按照初始设定进样流量，通入浓度为 $(50\% \pm 5\%)$ 量程校准气，稳定后记录待测仪器示值 T ；调节待测分析仪器进样流量高于初始设定流量值 10%，通入同一浓度校准气，稳定后记录待测仪器示值 P ；调节待测仪器进样流量低于初始设定流量值 10%，通入同一浓度校准气，稳定后记录待测仪器示值 Q 。按公式 (6) 计算待测仪器进样流量变化的影响，重复测试 3 次，平均值应符合 6.2.2.3 的要求。

$$V = \frac{P - T}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{Q - T}{R} \times 100\% \dots (6)$$

式中：
 V —— 待测仪器进样流量变化的影响，%；
 T —— 初始设定进样流量条件下校准气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 P —— 进样流量高于初始设定流量值 10% 时，校准气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 Q —— 进样流量低于初始设定流量值 10% 时，校准气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 R —— 待测仪器满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.3.9 供电电压变化的影响

待测仪器运行稳定后，在正常电压条件下，通入浓度为（50%±5%）量程校准气，稳定后记录待测仪器读数 W ；调节待测仪器供电电压高于正常电压值 10%，通入同一浓度标准气体，稳定后记录待测仪器读数 X ；调节待测仪器供电电压低于正常电压值 10%，通入同一浓度标准气体，稳定后记录待测仪器读数 Y 。按公式（7）计算待测仪器供电电压变化的影响，重复测试 3 次，I 型、II 型仪器测试的平均值应分别符合 6.1.2.3、6.2.2.4 的要求。

$$U = \frac{X - W}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{Y - W}{R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：
 U —— 待测仪器供电电压变化的影响，%；
 W —— 正常电压条件下校准气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 X —— 供电电压高于正常电压 10% 时，校准气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 Y —— 供电电压低于正常电压 10% 时，校准气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 R —— 待测仪器满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.3.10 振动的影响

将待测仪器按照正常的安装方式安装在振动测试装置上，待测仪器运行稳定后，通入浓度为（50%±5%）量程校准气，稳定后记录待测仪器示值 M_0 。将振动测试装置调节到位移幅值 0.15 mm，然后分别在三个互相垂直的轴线上在（10-55-10）Hz 频率范围内依次以对数规律进行扫频，扫频速率为 1 个倍频程/min，每个方向上的振动测试时间均保持 10 min。振动测试结束后仪器恢复 2 h，再次通入校准气，稳定后记录待测仪器示值 M_1 ，重复振动后校准气测量 3 次，取测量结果的平均值；按照公式（8）计算待测仪器校准点处振动的影响；均应符合 6.2.2.5 的要求。说明：带减震装置的仪器可连同减震装置一起进行振动测试。

$$u_c = \frac{\overline{M} - M_0}{R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：
 u_c —— 待测仪器校准点处振动的影响，%；
 M_0 —— 正常没有外界振动条件下校准气测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 \overline{M} —— 经过振动 f 后校准气测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 R —— 待测仪器满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.3.11 氧气的影响

在零点和量程点均检测氧的干扰，对仪器依次通入如下标气：

零气：

- a) 高纯氮气（读数作为零点值 a_0 ）
- b) 90%氮气+10%氧气（读数作为零点值 a_1 ）
- c) 80%氮气+20%氧气（读数作为零点值 a_2 ）

量程气：

- a) 高纯氮气+约 22.4 $\mu\text{mol/mol}$ (16 mg/m^3) 甲烷（I 型仪器）或约 224 $\mu\text{mol/mol}$ (160 mg/m^3) 甲烷（II 型仪器）（读数作为量程点值 b_0 ）

- b) 90%氮气+约 10%氧气+约 22.4 $\mu\text{mol/mol}$ (16 mg/m^3) 甲烷 (I 型仪器) 或约 224 $\mu\text{mol/mol}$ (160 mg/m^3) 甲烷 (II 型仪器) (读数作为量程点值 b_1)
- c) 80%氮气+约 20%氧气+约 22.4 $\mu\text{mol/mol}$ (16 mg/m^3) 甲烷 (I 型仪器) 或约 224 $\mu\text{mol/mol}$ (160 mg/m^3) 甲烷 (II 型仪器) (读数作为量程点值 b_2)

待测分析仪器运行稳定后, 首先记录仪器零点值 a_0 和量程点值 b_0 , 再依次通入规定浓度的零气 a_1 、 a_2 和量程气 b_1 、 b_2 , 分别记录待测分析仪器读数 a_1 、 a_2 和 b_1 、 b_2 。每种零气和量程气均重复测试 3 次, 计算平均值 \bar{a}_i 和 \bar{b}_i , 按公式 (9) 分别计算待测分析仪器的零点干扰和量程点干扰; I 型、II 型仪器的零点干扰影响值和量程点干扰影响值均应分别符合 6.1.2.4、6.2.2.6 的要求。

$$IE_i = \frac{\bar{a}_i - \bar{a}_0}{R} \times 100\% \quad \text{或} \quad IE_i = \frac{\bar{b}_i - \bar{b}_0}{R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

- 式中: IE_i —— 待测分析仪器零点、量程点干扰影响, %;
- \bar{a}_0 、 \bar{a}_i —— 第 i 种零气 3 次测量的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
- \bar{b}_0 、 \bar{b}_i —— 第 i 种量程气 3 次测量平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
- R —— 待测分析仪器满量程值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
- i —— 测试气体的序号 ($i=1\sim 2$)。

7.3.12 响应因子

待测组分与甲烷之间进行比较以获得响应因子, 按公式 (10) 计算。I 型、II 型仪器的响应因子应分别符合 6.1.2.5、6.2.2.7 的要求。

$$f_c = \frac{\frac{S_i}{C_{c,i}}}{\frac{S_{ref}}{C_{c,ref}}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

- 式中: f_c —— 与碳相关的响应因子;
- S_i —— 物质 i 的检测器 (测量信号) 读数;
- S_{ref} —— 甲烷的检测器 (测量信号) 读数;
- $C_{c,i}$ —— 物质 i 的碳浓度, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);
- $C_{c,ref}$ —— 甲烷的碳浓度, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.3.13 仪器间平行性

两台 (套) 同型号待测仪器运行稳定后, 进行校准。依次向两台 (套) 仪器通入浓度为 (20%~30%) 满量程值、(40%~60%) 满量程值、(80%~90%) 满量程值 3 种标准气体, 读数稳定后分别记录两台 (套) 仪器通入 3 种浓度标准气体的测量值。按照公式 (11) 分别计算通入每种浓度标准气体两台 (套) 仪器测量值的相对标准偏差, 即为待测仪器的平行性。I 型、II 型仪器的测试最大值应分别符合 6.1.2.6、6.2.2.8 的要求。

$$P_j = \frac{1}{C_j} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^2 (C_{i,j} - \bar{C}_j)^2}{1}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：
 P_j —— 两台（套）待测仪器测量第 j 种标准气体的平行性，%；
 \bar{C}_j —— 两台（套）待测仪器测量第 j 种标准气体的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 $C_{i,j}$ —— 第 i 台（套）待测仪器测量第 j 种标准气体的测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 i —— 待测仪器的序号 ($i=1\sim 2$)；
 j —— 测试标准气体的序号 ($j=1\sim 3$)。

7.3.14 转化效率

待测仪器运行稳定后，通入校准气进行零点和量程校正。

分别通入浓度为（50%~80%）满量程值的丙烷标准气体，待数值稳定后记录示值 3 次求得平均值，按公式（12）计算待测仪器的转化效率。I 型、II 型仪器的测试值应分别符合 6.1.2.7、6.2.2.9 的要求。

$$\eta = \left(1 - \frac{C}{D}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中： η ——转化效率，%；
 C ——丙烷标准气体 3 次测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 D ——丙烷标准气体浓度值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

8 质量保证

现场采样点位应符合 GB/T 16157 的相关要求，样品采集应符合相关监测规范要求，污染源排放烟囱或烟道应设置有易于到达的测试平台，有足够的工作空间，安全且便于操作；必须牢固并有符合要求的安全措施；测试平台设置在高空时，应有通往平台的折梯、旋梯或升降梯。样品采集应在正常条件下进行。采样时应保持工况条件和工作参数相对稳定。

9 检测项目

检测项目见表 2。

表 2 检测项目

检测项目		技术要求		检测方法
		I 型仪器	II 型仪器	
方 法	仪器检出限	$\leq 0.13 \mu\text{mol/mol}$ (0.07 mg/m^3 ，以碳计)	$\leq 1.49 \mu\text{mol/mol}$ (0.8 mg/m^3 ，以碳计)	见 7.3.1

性
能
指
标

	样品空白	<仪器检出限		<仪器检出限		见 7.3.2
	定量测量重复性	≤2.0% (甲烷)		≤2.0% (甲烷)		见 7.3.3
	线性误差	不超过±2.0% F.S. (甲烷)		不超过±2.0% F.S. (甲烷)		见 7.3.4
	加标回收率	80%~120%		80%~120%		见 7.3.5
仪器性能指标	仪器分析周期	≤2 min		≤2 min		见 7.3.6
	环境温度变化的影响	不超过±5.0% F.S.		不超过±5.0% F.S.		见 7.3.7
	进样流量变化的影响	/		不超过±2.0% F.S.		见 7.3.8
	供电电压变化的影响	不超过±2.0% F.S.		不超过±2.0% F.S.		见 7.3.9
	振动的影响	/		不超过±2.0% F.S.		见 7.3.10
	氧气的影响	不超过±5.0% F.S.		不超过±5.0% F.S.		见 7.3.11
	响应因子	丙烷	0.9~1.2	丙烷	0.9~1.2	见 7.3.12
		脂肪烃	0.8~1.2	脂肪烃	0.8~1.2	
		芳香烃	0.8~1.2	芳香烃	0.8~1.2	
		二氯甲烷	0.75~1.15	二氯甲烷	0.75~1.15	
仪器间平行性	≤5.0%		≤5.0%		见 7.3.13	
转化效率	≥95%		≥95%		见 7.3.14	