



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□□—202□

环境空气非甲烷总烃连续自动监测系统 技术要求及检测方法

Specifications and test procedures for ambient air quality continuous
automated monitoring system for non-methane hydrocarbons

(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□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 系统原理和组成..... | 2 |
| 5 技术要求..... | 3 |
| 6 性能指标..... | 6 |
| 7 检测方法..... | 7 |
| 附录 A（规范性附录） 监测系统数据显示、记录和输出要求..... | 16 |

前 言

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》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范环境空气非甲烷总烃连续自动监测系统的性能、质量，制定本标准。

本标准规定了环境空气非甲烷总烃连续自动监测系统的原理和组成、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准中附录 A 为规范性附录。

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。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站、北京市生态环境监测中心和上海市环境监测中心。

本标准生态环境部202□年□□月□□日批准。

本标准自202□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

环境空气非甲烷总烃连续自动监测系统技术要求及检测方法

1 适用范围

本标准规定了环境空气非甲烷总烃连续自动监测系统的原理和组成、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准适用于环境空气非甲烷总烃连续自动监测系统（以下简称“监测系统”）的设计、生产和检测。

针对应用于不同目的、场合的监测，本标准规定了相应的测量范围和性能指标要求。用于环境空气的监测系统称为 I 型监测系统，用于无组织排放监控点空气的监测系统称为 II 型监测系统。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 30431 实验室气相色谱仪

HJ 654 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及检测方法

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

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 non-methane hydrocarbons; NMHC

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

非甲烷总烃连续自动监测系统 continuous automated monitoring system for non-methane hydrocarbons

连续自动监测环境空气中非甲烷总烃浓度所需的全部设备。

3.4

标准状态 standard state

温度为 273.15 K，压力为 101.325 kPa 时的状态。

3.5

参比状态 reference state

温度为 298.15 K，压力为 101.325 kPa 时的状态。

3.6

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丙烷响应值的无量纲比值。

4 系统原理和组成

4.1 系统原理

监测系统的测量原理可为直接法或差减法。

直接法：环境空气以恒定的流量通过采样系统，一路进入甲烷柱（或催化氧化炉）分离出甲烷；另一路，通过捕集阱的富集解吸或色谱反吹、色谱分离等方式分离出非甲烷总烃，分别进入氢火焰离子化检测器，检测出甲烷和非甲烷总烃含量。

差减法：环境空气以恒定的流量通过采样系统，进入定量环。一路由甲烷柱（或催化氧化炉）分离出甲烷，由氢火焰离子化检测器检测出甲烷含量，另一路直接进入氢火焰离子化检测器检测出总烃含量，两者相减得到非甲烷总烃含量。

4.2 系统组成

4.2.1 基本组成

监测系统由样品采集单元、前处理单元、分析单元、数据处理单元、校准单元和气源单元等组成。

4.2.2 样品采集单元

样品采集单元主要由采样管路、采样泵和流量控制单元组成，用于对环境空气样品的连续自动采样。

4.2.3 前处理单元

前处理单元用于对环境空气样品中的水分去除，除水后露点温度应不高于 5 °C。直接法仪器的露点温度应与捕集阱的富集温度控制相匹配。

4.2.4 分析单元

分析单元主要由色谱柱、柱温箱、捕集阱和氢火焰离子化检测器等组成，用于对采集的环境空气样品的定性和定量分析。

4.2.5 数据处理单元

数据处理单元用于对数据的显示、采集、处理、存储和传输。

4.2.6 校准单元

校准单元主要由零气发生器、标准气体及动态校准仪等组成，用于对分析单元的校准及核查。

4.2.7 气源单元

气源单元主要由载气、燃烧气、助燃气和管路等组成，用于提供监测系统运行所需的气源。

5 技术要求

5.1 外观要求

5.1.1 监测系统应具有产品铭牌，铭牌上应标有产品名称、型号、监测因子、工作电压、额定功率、生产单位、出厂编号、制造日期等信息。

5.1.2 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。

5.1.3 主机面板显示清晰，涂色牢固，字符、标识易于识别，不应有影响读数的缺陷。

5.2 工作条件

监测系统在以下条件应能正常工作：

a) 环境温度：15℃~35℃；

b) 相对湿度：≤85%；

c) 大气压：80 kPa~106 kPa；

d) 供电电源：AC 220 V±22 V，50 Hz±1 Hz。

5.3 安全要求

5.3.1 绝缘电阻

在环境温度为 15℃~35℃，相对湿度不高于 85%条件下，设备电源端子对地或机壳的绝缘电阻不低于 20 MΩ。

5.3.2 绝缘强度

在环境温度为 15℃~35℃，相对湿度不高于 85%条件下，设备在 1500 V（有效值）、50 Hz 正弦波实验电压下持续 1 min，不应出现击穿或飞弧现象。

5.3.3 其他要求

有易燃气体、有毒气体存在的单元和管路的气密性应满足 GB/T 30431，即 0.3 MPa 压强下，30 min 压降不大于 0.01 MPa，确保其不会泄漏。

5.4 功能要求

5.4.1 数据显示、记录和输出要求

- 5.4.1.1 具备显示、记录和输出附录A所列测量数据的功能，且应符合附录A的要求。
- 5.4.1.2 具备显示、记录和导出色谱图的功能。
- 5.4.1.3 具备测量浓度数据的质量浓度和体积浓度单位切换功能；具备标准状态下的质量浓度或参比状态下的质量浓度切换功能。
- 5.4.1.4 具备数据的标记功能，应能标记维护、校准、故障或其他异常情况。
- 5.4.1.5 具备数据时间标签功能，可对不同时间段的数据查询和输出。

5.4.2 参数显示、记录和输出要求

- 5.4.2.1 具备显示、记录和输出表1中所列参数的功能。

表 1 显示、记录和输出参数清单

| 参数类别 | 参数名称 |
|-------------------------------------|-------------|
| 系统修正参数 | 校准曲线斜率 |
| | 校准曲线截距 |
| 分析方法参数 | 样气流量设定值 |
| | 载气流量设定值 |
| | 燃烧气流量设定值 |
| | 助燃气流量设定值 |
| | 采样时长设定值 |
| | 捕集阱的富集温度设定值 |
| | 捕集阱的解吸温度设定值 |
| | 柱温箱的温度设定值 |
| 注：“捕集阱富集温度”、“捕集阱解吸温度”仅针对带捕集阱的直接法仪器。 | |

- 5.4.2.2 具备参数修改留痕功能，应能记录和输出被修改的参数名称、修改用户、修改时间、修改前参数值和修改后参数值。每项参数的修改记录保存时间不少于1 a。

5.4.3 软件管理要求

- 5.4.3.1 具备中文操作界面。
- 5.4.3.2 具备显示和设置系统时间的功能。
- 5.4.3.3 具备数字信号输出功能。
- 5.4.3.4 具备显示软件版本号，且应能记录和查询历史软件版本号及时间、当前软件版本号及时间。
- 5.4.3.5 具备软件升级信息自动备份功能，确保原有信息不被覆盖。
- 5.4.3.6 具备操作日志功能，应对全部人员控制操作自动记录、保存，形成操作日志，保存时限不得少于1 a。操作日志的记录内容应至少包括：登录操作、参数修改、时间修改、校准维护、仪器故障、软件升级等。
- 5.4.3.7 具备安全管理功能。操作人员需使用用户名或账号和相应密码登录或注销后，才能进入和退出软件控制界面。应具备至少两级的系统操作使用管理权限：

- a) 系统管理员：具备软件所有系统设置的操作权限，如：查询历史数据，设定和修改操作人员密码、操作级别，设定和修改系统的参数设置等；
- b) 一般操作人员：具备软件的基本操作权限，能实时查询数据、例行维护和检查，不能查看和修改软件参数等其它系统设置。
- c) 所有管理权限均不能修改和删除已形成的数据和操作日志。

5.4.4 样品采集单元要求

5.4.4.1 样品采集单元一般包括两种结构，结构示意图参照HJ 654。

5.4.4.2 样品采集单元应连接紧密，避免漏气。采样总管入口应防止雨水和粗大的颗粒物进入，同时应避免鸟类和大型昆虫进入。采样头的设计应保证采样气流不受风向影响，稳定进入采样总管。

5.4.4.3 样品采集单元的制作材料，应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料。采样总管、分析单元与采样总管连接的管路（简称“支管”）宜为聚四氟乙烯管或内部经过惰性化处理的管路，支管长度宜尽可能短且不超过2 m。

5.4.4.4 采样总管内径范围为1.5 cm~15 cm，采样总管内的气流应保持层流状态，采样气体在采样总管内的滞留时间应小于20 s，所采集气体样品的压力应接近环境大气压，支管接头应设置于采样总管的层流区域内。

5.4.4.5 采样总管应加装加热器，加热温度一般控制在30 °C~50 °C。

5.4.4.6 支管连接采样总管时应伸向采样总管接近中心的位置。

5.4.4.7 分析单元入口应安装孔径不大于5 μm的聚四氟乙烯滤膜。

5.4.4.8 在不使用采样总管时，可直接用管线采样，采样管路应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料，一般为聚四氟乙烯管或内部经过惰性化处理的管路，采样气体滞留在采样管路内的时间应小于20 s。

5.4.5 校准单元要求

5.4.5.1 具备自动核查功能，实现定期自动核查，且频次可设置。

5.4.5.2 具备手动和自动校准功能；具备单点和多点校准功能。

5.4.5.3 零气发生器具除除尘、除水、除油和除烃等功能。

5.4.5.4 动态校准仪的稀释比例应满足1:10~1:1000的要求。

5.4.6 气源单元要求

5.4.6.1 具有实时或周期性地检测当前火焰状态的功能；一旦侦测到火焰熄灭，应自动切断燃烧气源。

5.4.6.2 氢气纯度应优于99.99%。

5.4.7 断电恢复功能要求

仪器断电后，应能自动保存数据；恢复供电后监测系统应自动启动，并恢复正常工作状态。

6 性能指标

I型监测系统的测量范围为 0 $\mu\text{mol/mol}$ ~2 $\mu\text{mol/mol}$ ，最小显示单位为 0.1 nmol/mol ；II型监测系统的测量范围为 0 $\mu\text{mol/mol}$ ~15 $\mu\text{mol/mol}$ ，最小显示单位为 1 nmol/mol 。I型监测系统和 II 型监测系统的性能指标应分别符合表 2 中的要求。

表 2 性能指标要求

| 检测项目 | | 技术要求 | | 检测方法 |
|-------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------|
| | | I型监测系统 | II型监测系统 | |
| 分析周期 | | $\leq 15 \text{ min}$ | $\leq 10 \text{ min}$ | 7.2 |
| 检出限 | | $\leq 20 \text{ nmol/mol}$ | $\leq 50 \text{ nmol/mol}$ | 7.3 |
| 空白 | | $\leq 20 \text{ nmol/mol}$ | $\leq 50 \text{ nmol/mol}$ | 7.4 |
| 示值误差 | 20%量程 | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | 7.5 |
| | 80%量程 | $\pm 3\%$ | $\pm 2\%$ | |
| 精密度 | 20%量程 | $\leq 3\%$ | $\leq 2\%$ | 7.6 |
| | 80%量程 | $\leq 2\%$ | $\leq 2\%$ | |
| 高浓度残留 | | $\leq 40 \text{ nmol/mol}$ | $\leq 100 \text{ nmol/mol}$ | 7.7 |
| 响应因子 | 含氧烃（乙酸乙酯） | ≥ 0.65 | ≥ 0.65 | 7.8 |
| | 芳香烃（甲苯） | 0.90~1.05 | 0.90~1.05 | |
| | 卤代烃（三氯乙烯） | 0.95~1.10 | 0.95~1.10 | |
| 富集效率 | 乙烯 | $\geq 60\%$ | $\geq 60\%$ | 7.9 |
| | 正十一烷 | $\geq 60\%$ | $\geq 60\%$ | |
| 湿度影响 | | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | 7.10 |
| 环境温度影响 | | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | 7.11 |
| 电压影响 | | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | 7.12 |
| 采样口和校准口浓度偏差 | | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | 7.13 |
| 动态校准仪流量误差 | | $\pm 1\%$ | $\pm 1\%$ | 7.14 |
| 24 h 漂移 | 20%量程 | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | 7.15 |
| | 80%量程 | $\pm 3\%$ | $\pm 2\%$ | |
| 7 d 漂移 | 20%量程 | $\pm 5\%$ | $\pm 3\%$ | 7.16 |
| | 80%量程 | $\pm 3\%$ | $\pm 2\%$ | |
| 平行性 | | $\leq 5\%$ | $\leq 3\%$ | 7.17 |
| 实际样品一致性 | 浓度 $\leq 200 \text{ nmol/mol}$ | $\leq 20 \text{ nmol/mol}$ | / | 7.18 |
| | 浓度 $\geq 200 \text{ nmol/mol}$ | $\leq 10\%$ | / | |
| 有效数据率 | | $\geq 85\%$ | $\geq 85\%$ | 7.19 |

注：“富集效率”指标仅针对带捕集阱的直接法仪器。

7 检测方法

7.1 标准气体

检测时所用标准气体应为有证标准气体，不确定度 $\leq 2\%$ 。

检测时，应使用丙烷和甲烷的混合标准气体，并经过动态校准仪产生不同浓度的混合标准气体。I型和II型监测系统的指标检测中，标准气体的浓度配比见表3。

表3 检测用标准气体

| 标准气体名称 | I型监测系统 | | II型监测系统 | |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 丙烷浓度 ($\mu\text{mol/molC}$) | 甲烷浓度 ($\mu\text{mol/molC}$) | 丙烷浓度 ($\mu\text{mol/molC}$) | 甲烷浓度 ($\mu\text{mol/molC}$) |
| 除烃空气加标样品 | 0.08 | 1.9~2.5 | 0.2 | 1.9~2.5 |
| 20%量程标准气体 | 0.4 | 1.9~2.5 | 3 | 1.9~2.5 |
| 50%量程标准气体 | 1.0 | 1.9~2.5 | 7.5 | 1.9~2.5 |
| 80%量程标准气体 | 1.6 | 1.9~2.5 | 12 | 1.9~2.5 |

7.2 分析周期

分析周期指待测仪器连续运行时给出两组测量结果之间的时间间隔，连续3天共测量3次，最大值应符合表2的要求。

7.3 检出限

待测仪器运行稳定后，通入除烃空气加标样品，待测量示值稳定后连续测量7次，记录每次测量值 x_i ，按公式(1)计算7次测量结果的平均值 \bar{x}_{IDL} 。按公式(2)计算测量结果平均值的示值误差，示值误差应在 $\pm 20\%$ 以内。按公式(3)计算检出限，应符合表2的要求。

$$\bar{x}_{\text{IDL}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

式中： \bar{x}_{IDL} ——待测仪器测量值的平均值，nmol/mol；

x_i ——待测仪器第*i*次测量值，nmol/mol；

i——测试序号，*i*=1, 2, ...*n*；

n——测试总次数，*n*=7。

$$\text{RE}_{\text{IDL}} = \frac{\bar{x}_{\text{IDL}} - x_s}{x_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中： RE_{IDL} ——待测仪器示值误差（相对误差），%；

\bar{x}_{IDL} ——待测仪器测量值的平均值，nmol/mol；

x_s ——标准气体的浓度值，nmol/mol。

$$\text{IDL} = 3.143 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (x_i - \bar{x}_{\text{IDL}})^2}{6}} \quad (3)$$

式中：IDL——待测仪器检出限，nmol/mol；

3.143——连续进样 7 次，在 99%置信区间内的 t 值；

x_i ——待测仪器第 i 次测量值，nmol/mol；

\bar{x}_{IDL} ——待测仪器测量值的平均值，nmol/mol。

7.4 空白

待测仪器运行稳定后，通入零气，取第 1 个分析周期非甲烷总烃的测定值作为空白，测试结果应符合表 2 的要求。

7.5 示值误差

待测仪器经校准并运行稳定后，通入浓度为 20% 量程标准气体，待测量示值稳定后记录测量值，使用同一浓度量程标准气体重复上述操作 6 次，按公式 (4) 计算待测仪器测量值的平均值。按公式 (5) 计算待测仪器的 20% 量程示值误差。将 20% 量程标准气体更换为 80% 量程标准气体，重复上述操作，按公式 (4)、(5) 计算待测仪器的 80% 量程示值误差，测试结果均应符合表 2 的要求。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

式中： \bar{x} ——待测仪器测量值的平均值，nmol/mol；

x_i ——待测仪器第 i 次测量值，nmol/mol；

i ——测试序号， $i=1, 2, \dots, n$ ；

n ——测试总次数， $n=6$ 。

$$\text{RE} = \frac{\bar{x} - x_s}{x_s} \times 100\% \quad (5)$$

式中：RE——待测仪器示值误差（相对误差），%；

x_s ——标准气体的浓度值，nmol/mol。

7.6 精密度

待测仪器运行稳定后，分别通入浓度为 20% 及 80% 量程标准气体，待测量示值稳定后记录测量值，使用同一浓度量程标准气体重复上述操作 6 次，按公式 (6) 计算待测仪器通入各浓度标准气体的精密度，测试结果均应符合表 2 的要求。

$$\text{RSD}_r = \frac{1}{\bar{x}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (6)$$

式中：RSD_r——待测仪器精密度（相对标准偏差），%；

\bar{x} ——待测仪器测量值的平均值，nmol/mol；

x_i ——待测仪器第*i*次测量值，nmol/mol；

i——测试序号，*i*=1, 2, …*n*；

n——测试总次数，*n*=6。

7.7 高浓度残留

待测仪器运行稳定后，通入80%量程标准气体5个循环后，立即采集零气（气体需通过动态校准仪进入仪器），取第1个分析周期非甲烷总烃的测定值作为高浓度残留，测试结果应符合表2的要求。

7.8 响应因子

待测仪器运行稳定后，分别通入浓度为50%量程的丙烷、甲苯、乙酸乙酯和三氯乙烯标准气体，待测量示值稳定后分别记录各气体连续3次测量峰面积结果，按公式（7）计算各组分响应因子，测试结果均应符合表2的要求。

$$f_c = \frac{\frac{\bar{S}_c}{x_{s,c}}}{\frac{\bar{S}_{ref}}{x_{s,ref}}} \quad (7)$$

式中： f_c ——待测物质（甲苯、乙酸乙酯和三氯乙烯）与丙烷相比的响应因子；

\bar{S}_c ——待测物质（甲苯、乙酸乙酯和三氯乙烯）的3次测量峰面积的平均值；

$x_{s,c}$ ——待测物质（甲苯、乙酸乙酯和三氯乙烯）标准气体的以碳计浓度值，nmol/mol；

\bar{S}_{ref} ——丙烷的以碳计浓度3次测量峰面积的平均值；

$x_{s,ref}$ ——丙烷标准气体的以碳计浓度值，nmol/mol。

7.9 富集效率

该指标只针对带捕集阱的直接法仪器。

待测仪器运行稳定后，通入浓度为50%量程的乙烯标准气体通入待测仪器，待测量示值稳定后记录测量值，使用同一浓度量程标准气体重复上述操作至少3次，按公式（8）计算待测仪器对乙烯的富集效率。将标准气体更换为50%量程的正十一烷标准气体，重复上述操作，按公式（8）计算待测仪器对正十一烷的富集效率，测试结果均应符合表2的要求。

$$\eta = \frac{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_i}{x_s} \times 100\% \quad (8)$$

式中： η ——待测仪器的富集效率；

x_i ——待测仪器第*i*次测量值，nmol/mol；

i——测试序号，*i*=1, 2, 3；

3——测试总次数；

x_s ——标准气体的浓度值, nmol/mol。

7.10 湿度影响

待测仪器运行稳定后, 通入浓度为 50%量程的干燥标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值。然后, 通入相对湿度为 80%的同等浓度标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值, 按公式 (9) 计算待测仪器的湿度影响, 测试结果应符合表 2 的要求。

$$\Delta x_{RH} = \frac{\bar{x}_{80} - \bar{x}_0}{\bar{x}_0} \times 100\% \quad (9)$$

式中: Δx_{RH} ——待测仪器湿度变化的影响 (相对误差), %;

\bar{x}_{80} ——相对湿度为 80%的标准气体条件下, 待测仪器的 3 次测量平均值, nmol/mol;

\bar{x}_0 ——干燥气体条件下, 待测仪器的 3 次测量平均值, nmol/mol。

7.11 环境温度影响

将待测仪器放入恒温环境中, 设置恒温环境温度为 $25\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 。待恒温装置稳定后, 通入浓度为 50%量程的标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值。将恒温环境温度调整为 $15\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$, 待恒温装置稳定后, 通入浓度为 50%量程的标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值。然后, 再将恒温环境温度调整为 $35\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$, 待恒温装置稳定后, 通入浓度为 50%量程的标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值, 按照公式 (10) 分别计算在 $15\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下的环境温度影响, 测试结果均应符合表 2 的要求。

$$\Delta x_T = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_{25}}{\bar{x}_{25}} \times 100\% \quad (10)$$

式中: Δx_T ——待测仪器环境温度变化的影响 (相对误差), %;

\bar{x}_t ——环境温度为 $15\text{ }^\circ\text{C}$ 或 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下, 待测仪器的 3 次测量平均值, nmol/mol;

\bar{x}_{25} ——环境温度为 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下, 待测仪器的 3 次测量平均值, nmol/mol。

7.12 电压影响

待测仪器运行稳定后, 在正常电压条件下, 通入浓度为 50%量程的标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值。调节电压高于正常电压值 10%, 通入浓度为 50%量程的标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值。调节电压低于正常电压值 10%, 通入浓度为 50%量程的标准气体, 待测量示值稳定后分别记录连续 3 次测量示值, 按照公式 (11) 分别两种电压条件下的电压影响, 测试结果均应符合表 2 的要求。

$$\Delta x_V = \frac{\bar{x}_V - \bar{x}_R}{\bar{x}_R} \times 100\% \quad (11)$$

式中: Δx_V ——待测仪器的电压影响 (相对误差), %;

\bar{x}_V ——高于或低于正常电压 10% 条件下, 待测仪器的 3 次测量平均值, nmol/mol;

\bar{x}_R ——正常电压条件下, 待测仪器的 3 次测量平均值, nmol/mol。

7.13 采样口和校准口浓度偏差

待测仪器运行稳定后，从采样口通入浓度为50%量程的标准气体，待测量示值稳定后分别记录连续3次测量示值。再从校准口通入浓度为50%量程的标准气体，待测量示值稳定后分别记录连续3次测量示值，按照公式（12）计算待测仪器的采样口和校准口浓度偏差，测试结果应符合表2的要求。

$$\Delta x_v = \frac{\bar{x}_c - \bar{x}_s}{\bar{x}_s} \times 100\% \quad (12)$$

式中： Δx_v ——待测仪器的采样口和校准口浓度偏差（相对误差），%；
 \bar{x}_c ——校准口进气条件下，待测仪器的3次测量平均值，nmol/mol；
 \bar{x}_s ——采样口进气条件下，待测仪器的3次测量平均值，nmol/mol。

7.14 动态校准仪流量误差

待动态校准仪运行稳定后，将标准流量计串联到动态校准仪气路中，使动态校准仪产生流量控制器20%~80%满量程流量，分别记录动态校准仪1 min流量平均值 $q_{c,i}$ 和标准流量计1 min流量平均值 $q_{v,i}$ ，按公式（13）计算两者的相对误差；重复测试3次，按公式（14）计算动态校准仪流量误差，测试结果均应符合表2的要求。

$$RE_{q,i} = \frac{q_{c,i} - q_{v,i}}{q_{v,i}} \times 100\% \quad (13)$$

式中： $RE_{q,i}$ ——第*i*次动态校准仪流量值和标准流量计流量值的相对误差，%；
 $q_{c,i}$ ——第*i*次动态校准仪流量值，L/min（或ml/min）；
 $q_{v,i}$ ——第*i*次标准流量计流量值，L/min（或ml/min）；
i——测试序号，*i*=1，2，3。

$$RE_q = \frac{\sum_{i=1}^3 RE_{q,i}}{3} \quad (14)$$

式中： RE_q ——动态校准仪流量误差，%；
 $RE_{q,i}$ ——第*i*次动态校准仪流量值和标准流量计流量值的相对误差，%；
i——测试序号，*i*=1，2，3；
3——测试总次数。

7.15 24 h 漂移

待测仪器运行稳定后，通入浓度为20%量程标准气体，待测量示值稳定后记录连续3次测量示值；继续通入浓度为80%量程标准气体，待测量示值稳定后记录连续3次测量示值。通气结束后，待测仪器连续运行24 h（期间不允许任何校准和维护），然后重复上述操作，并分别记录稳定后各浓度连续3次测量示值。按公式（15）、（16）分别计算待测仪器24 h的20%量程漂移 $\Delta x_{rd,i}$ 和80%量程漂移 $\Delta x_{sd,i}$ ，然后可校准待测仪器。重复上述测试7次，测试结果均应符合表2的要求。

$$\Delta x_{rd,i} = \frac{\bar{x}_{rd,i} - \bar{x}_{rd,i-1}}{x_s} \times 100\% \quad (15)$$

式中： $\Delta x_{rd,i}$ ——待测仪器 24 h 的 20% 量程漂移（相对误差），%；
 $\bar{x}_{rd,i}$ ——待测仪器运行 24 h 后通入 20% 量程标准气体的 3 次测量平均值，nmol/mol；
 $\bar{x}_{rd,i-1}$ ——待测仪器通入 20% 量程标准气体的初始 3 次测量平均值，nmol/mol；
i——测试序号，*i* = 1, 2, ...7；
 x_s ——标准气体的浓度值，nmol/mol。

$$\Delta x_{sd,i} = \frac{\bar{x}_{sd,i} - \bar{x}_{sd,i-1}}{x_s} \times 100\% \quad (16)$$

式中： $\Delta x_{sd,i}$ ——待测仪器 24 h 的 80% 量程漂移（相对误差），%；
 $\bar{x}_{sd,i}$ ——待测仪器运行 24 h 后通入 80% 量程标准气体的 3 次测量平均值，nmol/mol；
 $\bar{x}_{sd,i-1}$ ——待测仪器通入 80% 量程标准气体的初始 3 次测量平均值，nmol/mol；
i——测试序号，*i* = 1, 2, ...7；
 x_s ——标准气体的浓度，nmol/mol。

7.16 7 d 漂移

待测仪器运行稳定后，通入浓度为 20% 量程标准气体，待测量示值稳定后记录连续 3 次测量示值；继续通入浓度为 80% 量程标准气体，待测量示值稳定后记录连续 3 次测量示值。通气结束后，待测仪器连续运行 7 d（期间不允许任何校准和维护），然后重复上述操作，并分别记录稳定后各浓度连续 3 次测量示值。按公式（17）、（18）分别计算待测仪器 7 d 的 20% 量程漂移 $\Delta x_{RD,i}$ 和 80% 量程漂移 $\Delta x_{SD,i}$ ，然后可校准待测仪器。重复上述测试 3 次，测试结果均应符合表 2 的要求。

$$\Delta x_{RD,i} = \frac{\bar{x}_{RD,i} - \bar{x}_{RD,i-1}}{x_s} \times 100\% \quad (17)$$

式中： $\Delta x_{RD,i}$ ——待测仪器 7 d 的 20% 量程漂移（相对误差），%；
 $\bar{x}_{RD,i}$ ——待测仪器运行 7 d 后通入 20% 量程标准气体的 3 次测量平均值，nmol/mol；
 $\bar{x}_{RD,i-1}$ ——待测仪器通入 20% 量程标准气体的初始 3 次测量平均值，nmol/mol；
i——测试序号，*i* = 1, 2, 3；
 x_s ——标准气体的浓度，nmol/mol。

$$\Delta x_{SD,i} = \frac{\bar{x}_{SD,i} - \bar{x}_{SD,i-1}}{x_s} \times 100\% \quad (18)$$

式中： $\Delta x_{SD,i}$ ——待测仪器 7 d 的 80% 量程漂移（相对误差），%；
 $\bar{x}_{SD,i}$ ——待测仪器运行 7 d 后通入 80% 量程标准气体的 3 次测量平均值，nmol/mol；
 $\bar{x}_{SD,i-1}$ ——待测仪器通入 80% 量程标准气体的初始 3 次测量平均值，nmol/mol；
i——测试序号，*i* = 1, 2, 3；
 x_s ——标准气体的浓度，nmol/mol。

7.17 平行性

3台(套)同型号待测仪器经校准并运行稳定后,通入浓度为20%量程标准气体,待测量示值稳定后记录连续3次测量示值;继续通入浓度为50%量程标准气体,待测量示值稳定后记录连续3次测量示值;再通入浓度为80%量程标准气体,待测量示值稳定后记录连续3次测量示值。按公式(19)分别计算不同浓度下的平行性,测试结果均应符合表2的要求。

$$RSD_j = \frac{\sqrt{\frac{1}{2} \sum_{k=1}^3 (\bar{x}_{kj} - \bar{x}_j)^2}}{\bar{x}_j} \times 100\% \quad (19)$$

式中: RSD_j ——3台(套)待测仪器测量第 j 种标准气体的平行性(相对标准偏差), %;

\bar{x}_j ——3台(套)待测仪器测量第 j 种标准气体的平均值, nmol/mol;

\bar{x}_{kj} ——第 k 台(套)待测仪器测量第 j 种标准气体的3次测量平均值, nmol/mol;

k ——待测仪器的序号, $k=1, 2, 3$;

j ——测试标准气体的序号, $j=1, 2, 3$ (20%F.S.、50%F.S.和80%F.S.)。

7.18 实际样品一致性

待测仪器经校准并运行稳定后,在同一试验环境条件下,将3台(套)同型号待测仪器从同一采样总管取样,连续测量环境空气中非甲烷总烃浓度168h。记录相同时间段内每台待测仪器的小时均值 x_{kl} , k 为待测仪器的编号, l 为样品的序号,按公式(20)计算3台待测仪器的平均值 \bar{x}_l 。

$$\bar{x}_l = \frac{\sum_{k=1}^3 x_{kl}}{3} \quad (20)$$

式中: \bar{x}_l ——3台(套)待测仪器测量第 l 个样品的平均值, nmol/mol;

x_{kl} ——第 k 台待测仪器测量第 l 个样品的浓度值, nmol/mol;

k ——待测仪器的编号, $k=1, 2, 3$;

3——待测仪器的数量。

实际样品一致性的计算应遵循以下原则:

a) $\bar{x}_l \leq 20$ nmol/mol 时,不参与平行性计算。

b) 20 nmol/mol $< \bar{x}_l \leq 200$ nmol/mol 时,按公式(21)计算3台待测仪器的标准偏差,样品量应不少于20个;按照公式(22)计算实际样品一致性,测试结果应符合表2的要求。

c) $\bar{x}_l > 200$ nmol/mol 时,按公式(23)计算3台待测仪器的相对标准偏差,样品量应不少于20个。按公式(24)计算实际样品一致性,测试结果应符合表2的要求。

$$S_{r,l} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{k=1}^3 (x_{kl} - \bar{x}_l)^2} \quad (21)$$

式中: $S_{r,l}$ ——3台待测仪器第 l 个样品测量结果的标准偏差, nmol/mol;

x_{kl} ——第 k 台待测仪器测量第 l 个样品的浓度值, nmol/mol;

\bar{x}_l ——3台待测仪器测量第 l 个样品浓度的平均值, nmol/mol;

k ——待测仪器的编号, $k=1, 2, 3$;
 l ——有效样品的序号, $l=1, 2, \dots, m$;
 m ——有效样品总数, $m \geq 20$ 。

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^m (S_{r,l})^2}{m}} \quad (22)$$

式中: S_r ——3台待测仪器的一致性(标准偏差), nmol/mol;
 $S_{r,l}$ ——3台待测仪器第 l 个样品测量结果的标准偏差, nmol/mol;
 l ——有效样品的序号, $l=1, 2, \dots, m$;
 m ——有效样品总数, $m \geq 20$ 。

$$S_{d,l} = \frac{\sqrt{\frac{1}{2} \sum_{k=1}^3 (x_{kl} - \bar{x}_l)^2}}{\bar{x}_l} \times 100\% \quad (23)$$

式中: $S_{d,l}$ ——3台待测仪器第 l 个样品测量结果的相对标准偏差, %;
 x_{kl} ——第 k 台待测仪器测量第 l 个样品的浓度值, nmol/mol;
 \bar{x}_l ——3台待测仪器测量第 l 个样品浓度的平均值, nmol/mol;
 k ——待测仪器的编号, $k=1, 2, 3$;
 l ——有效样品的序号, $l=1, 2, \dots, m$;
 m ——有效样品总数, $m \geq 20$ 。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^m (S_{d,l})^2}{m}} \times 100\% \quad (24)$$

式中: S_d ——3台待测仪器的一致性(相对标准偏差), %;
 $S_{d,l}$ ——3台待测仪器第 l 个样品测量结果的相对标准偏差, %;
 l ——有效样品的序号, $l=1, 2, \dots, m$;
 m ——有效样品总数, $m \geq 20$ 。

7.19 有效数据率

待测仪器运行稳定后, 开始连续30 d的运行, 测试有效数据率。每天通入20%量程标准气体, 开展日核查。当日核查数据超过示值误差的要求时, 其前24 h的数据均记为异常数据。运行期间, 详细记录每次维护时间及内容, 记为维护数据。当仪器故障导致的数据缺失, 记为缺失数据。统计30 d内异常数据、维护数据和缺失数据的小时数, 按公式(25)计算有效数据率, 应符合表2的要求。

$$D = \left(1 - \frac{T}{30 \times 24} \right) \times 100\% \quad (25)$$

式中: D ——有效数据率, %;

T ——测试期间异常、维护和缺失数据的小时数, h;

30——测试的天数, d;

24——每天小时数, h/d。

附 录 A
(规范性附录)
监测系统数据显示、记录和输出要求

A.1 数据格式要求

监测系统测量数据的单位和显示值的小数位应符合表 A.1 要求。

表 A.1 显示、记录和输出数据清单

| 序号 | 测量数据名称 | 单位 | 小数位 |
|----|-------------|----------|-------------------|
| 1 | 非甲烷总烃浓度 | nmol/mol | 1 (I型) 0 (II型) |
| 2 | 甲烷浓度 | nmol/mol | |
| 3 | 总烃浓度 | nmol/mol | |
| 4 | 甲烷峰面积 | / | / |
| 5 | 非甲烷总烃峰面积 | / | / |
| 6 | 总烃峰面积 | / | / |
| 7 | 样气流量 | ml/min | 0 |
| 8 | 载气流量 | ml/min | 0 |
| 9 | 燃烧气流量 | ml/min | 0 |
| 10 | 助燃气流量 | ml/min | 0 |
| 11 | 柱温箱温度 | ℃ | 1 |
| 12 | 捕集阱温度 | ℃ | 1 |
| 13 | 氢火焰离子化检测器温度 | ℃ | 1 |

注：“捕集阱温度”仅针对带捕集阱的直接法仪器，“总烃峰面积”仅针对差减法仪器。

A.2 数据记录要求

A.2.1 监测系统处理实时数据和定时段数据时，应采用的数据格式见表 A.2。

表 A.2 数据时间标签一览表

| 数据时间类型 | 时间标签 | 定义 | 描述与示例 |
|--------|--------------|------------------------------------|--|
| 分钟数据 | YYYYMMDDHHMM | 时间标签为数据采集的时刻，数据为相应时刻采集的瞬时值或1分钟测量均值 | 202303211916 为 2023 年 3 月 21 日 19 时 16 分 00 秒的瞬时值或 19 时 15 分 01 秒至 19 时 16 分 00 秒的测量均值 |
| 周期数据 | YYYYMMDDHHMM | 时间标签为测量截止时间，数据为此时此刻前的测量浓度值 | 202303210615 为该周期内测量的浓度值 |
| 小时数据 | YYYYMMDDHH | 时间标签为测量截止时间，数据为此时此刻前一小时的测量浓度均值 | 2023032106 为 2023 年 3 月 21 日 5 时 01 分至 22 日 6 时 00 分的测量浓度均值 |

| 数据时间类型 | 时间标签 | 定义 | 描述与示例 |
|--------|----------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 日均值数据 | YYYYMMDD | 时间标签为测量开始时间，数据为当日1时至24时（第2天0时）的测量浓度均值 | 20230321 为2023年3月21日1时至22日0时的测量浓度均值 |

A. 2. 2 监测系统应至少能显示非甲烷总烃体积浓度、甲烷体积浓度、样气流量、载气流量、燃烧气流量、助燃气流量、柱温箱温度、捕集阱温度、氢火焰离子化检测器温度和当前仪器的测试状态（如采样、测量、升温、降温等）等实时数据。

A. 2. 3 分钟数据应至少记录和输出该时刻的非甲烷总烃体积浓度、甲烷体积浓度、样气流量、载气流量、燃烧气流量、助燃气流量、柱温箱温度、捕集阱温度、氢火焰离子化检测器温度和当前仪器的运行状态（如采样、测量、升温、降温等），并且具备 1 a 以上数据存储能力。

A. 2. 4 周期数据应至少记录和输出一个测量周期结束后的时间标签、非甲烷总烃体积浓度、甲烷体积浓度等，带捕集阱的直接法仪器还应记录采样开始时间和结束、捕集阱的升温开始时间和结束时间、捕集阱的降温开始时间和结束时间等，并且具备 1 a 以上数据存储能力。

A. 2. 5 小时数据应至少记录和输出该小时截止的时间标签、非甲烷总烃体积浓度和甲烷体积分浓度的平均值，并且具备 1 a 以上数据存储能力。

A. 2. 6 应统计记录和输出当日非甲烷总烃体积浓度和甲烷体积分浓度的最大值、最小值、和日均值，并且具备 1 a 以上数据存储能力。

A. 3 数据处理要求

A. 3. 1 非甲烷总烃体积浓度小时数据按公式（A.1）计算：

$$x_h = \frac{\sum_{B=1}^N x_{h,B}}{N} \quad (\text{A.1})$$

式中： x_h ——监测系统第 h 小时非甲烷总烃体积浓度，nmol/mol；

$x_{h,B}$ ——监测系统第 h 小时第 B 次测量的非甲烷总烃体积浓度，nmol/mol；

h ——小时序号；

N ——监测系统在该小时内测量次数；

B ——监测系统在该小时内测量次数序号， $B=1, 2, \dots, N$ 。

A. 3. 2 非甲烷总烃体积浓度日均值数据按公式（A.2）计算：

$$\bar{x}_d = \frac{\sum_{h=1}^H x_{d,h}}{H} \quad (\text{A.2})$$

式中： \bar{x}_d ——监测系统第 d 天非甲烷总烃体积浓度日均值，nmol/mol；

$x_{d,h}$ ——监测系统的第 d 天第 h 小时非甲烷总烃体积浓度，nmol/mol；

d ——天序号；

H ——监测系统在该天内测量小时数；

h ——监测系统在该天内测量小时序号， $h=1, 2, \dots, H$ 。

A. 3. 3 非甲烷总烃体积浓度与以参比状态质量浓度单位按公式 (A.3) 换算:

$$\rho_R = \frac{12}{24.5} \times x_V \quad (\text{A.3})$$

式中: ρ_R ——非甲烷总烃的参比状态质量浓度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

12——非甲烷总烃的以碳计摩尔质量, g/mol ;

24.5——参比状态下的气体摩尔体积, L/mol ;

x_V ——非甲烷总烃的体积浓度, nmol/mol 。

A. 3. 4 非甲烷总烃体积浓度与标准状态质量浓度单位按公式 (A.4) 换算:

$$\rho_S = \frac{12}{22.4} \times x_V \quad (\text{A.4})$$

式中: ρ_S ——非甲烷总烃的标准状态质量浓度, $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$;

12——非甲烷总烃的以碳计摩尔质量, g/mol ;

22.4——标准状态下的气体摩尔体积, L/mol ;

x_V ——非甲烷总烃的体积浓度, nmol/mol 。
