

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1416—2025

环境空气和废气 臭气的测定 动态稀释嗅辨法

Ambient air and waste gas—Determination of odor—Dynamic
dilution olfactory method

本电子版为正式标准文件，由生态环境部标准研究所审校排版。

2025-06-06发布

2026-01-01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 方法原理	1
5 试剂和材料	2
6 仪器和设备	2
7 样品	3
8 分析步骤	3
9 结果计算与表示	5
10 准确度	7
11 质量保证和质量控制	7
12 注意事项	7

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，规范环境空气和废气中臭气的测定方法，制定本标准。

本标准规定了测定环境空气和各类恶臭污染源（包括水域）以不同形式排放的臭气的动态稀释嗅辨法。

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。

本标准主要起草单位：天津市生态环境科学研究院、中国环境监测总站和上海市环境监测中心。

本标准验证单位：天津市生态环境监测中心、苏州国家高新技术产业开发区（虎丘）环境监测站、深圳市生态环境监测站宝安分站、北京市怀柔区生态环境监测站、内蒙古自治区呼伦贝尔生态环境监测站和天津市东丽区生态环境监测中心。

本标准生态环境部 2025 年 6 月 6 日批准。

本标准自 2026 年 1 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

环境空气和废气 臭气的测定 动态稀释嗅辨法

1 适用范围

本标准规定了测定环境空气及各类恶臭污染源（包括水域）以不同形式排放的臭气的动态稀释嗅辨法。

本标准适用于环境空气、无组织排放监控点空气和固定污染源废气样品中臭气的测定。

本标准测定方法是嗅觉器官测定法，不受臭气物质种类、种类数目、浓度范围及所含成分浓度比例的限制。

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标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

HJ 865 恶臭嗅觉实验室建设技术规范

HJ 905 恶臭污染环境监测技术规范

HJ 1262 环境空气和废气 臭气的测定 三点比较式臭袋法

SJ/T 10583 气体质量流量控制器通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

臭气浓度 odor concentration

用无臭清洁空气对臭气样品连续稀释至嗅辨员嗅觉阈值时的稀释倍数。

3.2

嗅觉阈值 odor threshold value

引起人嗅觉刺激的最小物质量，包括可以感知嗅觉气味存在的感觉阈值和能够定出气味特性的识别阈值，本标准中规定使用的是感觉阈值。

3.3

嗅辨员 panel

嗅辨实验中用鼻子对异味的种类和级别进行辨别的人员。

4 方法原理

将无臭清洁空气分成 3 路，其中 2 路通过气体质量流量控制器分别从 2 个嗅杯直接排出；另外 1 路与臭气样品通过气体质量流量控制器按比例通入气体混合室混合均匀后从第 3 个嗅杯排出，嗅辨员通过嗅杯嗅辨。

对于固定污染源废气样品，逐级减少稀释倍数直至嗅辨员能够正确辨别气味时终止实验。对于环境和无组织排放监控点空气样品，逐级增大稀释倍数直至嗅辨员无法正确辨别气味时终止实验。

每个样品由若干名嗅辨员同时测定，最后根据嗅辨员的个人嗅觉阈值和嗅辨小组成员的平均嗅觉阈值，求得臭气浓度。动态稀释嗅辨装置（6.3）工作原理示意图见图 1。

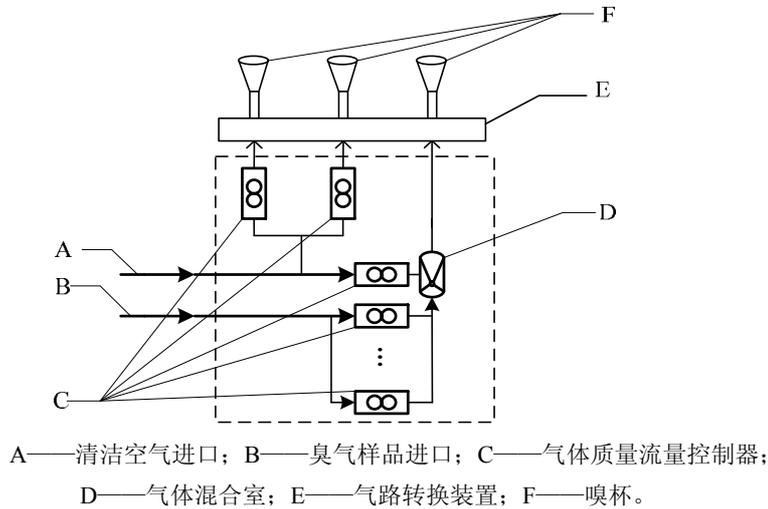


图 1 动态稀释嗅辨装置工作原理示意图

5 试剂和材料

5.1 正丁醇 (C₄H₉OH) 标准气体：市售有证标准物质，浓度为 60 μmol/mol，高压罐储存，在有效期内使用。

5.2 标准臭液：按照 HJ 1262 中相关试剂要求配制。

6 仪器和设备

6.1 气袋采样箱：按 HJ 905 要求。

6.2 采样袋：按 HJ 905 要求。

6.3 动态稀释嗅辨装置。

6.3.1 无油空气压缩机：应配有储气罐，排气量>30 L/min。

6.3.2 无臭清洁空气过滤装置：具有调压、除油、除尘、除水、除味功能。

6.3.3 压力桶：应配有压力表，体积>30 L，能承受 20 KPa 以上的压力，压降速率<1 KPa/h。

6.3.4 嗅辨主机：

a) 稀释范围：最小稀释倍数应≤10 倍，最大稀释倍数应>30 000 倍；

b) 气体质量流量控制器：应至少包含 4 路气体质量流量控制器，最大引用误差≤±1% F.S.，线性误差≤±0.5% F.S.，重复性标准偏差≤0.3% F.S.，按照 SJ/T 10583 中测试程序进行校验。确保 3 个嗅杯排出气体流量为 10 L/min；

c) 管路、嗅杯、接头等部件材料材质应无味、无吸附；

d) 具有自动清洗功能；

e) 嗅杯：3 个嗅杯外观一致。有待测样品的嗅杯应通过管路切换或嗅杯位置转动等方式变换，避免因嗅辨员找到规律而影响嗅辨结果。

6.3.5 操作系统：应具备仪器控制，数据记录、处理、存储与查询，报告生成等功能。

7 样品

7.1 环境空气和无组织排放监控点空气样品采集

环境空气和无组织排放监控点空气样品采集按照 HJ 905 中气袋采样法相关规定执行，采样量不少于 20 L。

7.2 固定污染源有组织排放废气样品采集

固定污染源有组织排放废气样品采集按照 HJ 905 中气袋采样法相关规定执行，采样量不少于 10 L。

7.3 样品保存与运输

臭气样品采集后应避光保存，并在 24 h 内完成测定。样品保存与运输执行 HJ 905 中相关规定。

8 分析步骤

8.1 实验员选取

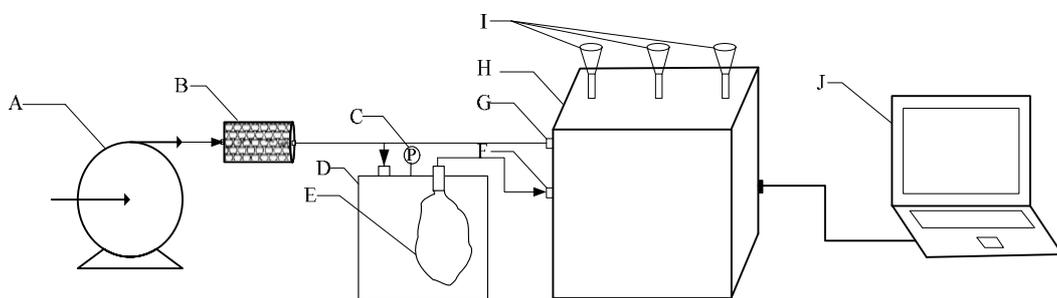
1 名实验员操作动态稀释嗅辨装置（6.3），应符合嗅辨员要求，且未参加当日臭气样品的现场采样。

环境空气和无组织排放监控点空气样品分析的嗅辨小组由 6 名嗅辨员组成，固定污染源废气样品分析的嗅辨小组由不少于 4 名嗅辨员组成。

嗅辨员的基本要求、嗅觉要求、日常管理和选取按照 HJ 1262 中相关规定执行。

8.2 仪器调试

按图 2 连接各部分，组成动态稀释嗅辨法测试系统。开启仪器，待系统各部分正常工作后，选择清洗模式，判断嗅杯排出气体是否无味。如果排出气体有味，应排查、调试、更换问题部件，直至满足无味要求。



A——无油空气压缩机；B——无臭清洁空气过滤装置；C——压力表；D——压力桶；E——采样袋；
F——臭气样品进口；G——无臭清洁空气进口；H——嗅辨主机；I——嗅杯；J——操作系统。

图 2 动态稀释嗅辨法测试系统示意图

8.3 样品分析

8.3.1 分析稀释梯度

环境空气和无组织排放监控点空气样品稀释梯度为 10 倍，稀释顺序为稀释倍数由低到高，见表 1。

表 1 环境空气和无组织排放监控点空气样品分析稀释梯度

稀释倍数 (倍)	10	100	1 000	...
样品流量 (mL/min)	1 000	100	10	...
无臭清洁空气流量 (mL/min)	9 000	9 900	9 990	...

固定污染源废气样品分析稀释梯度为 3 倍、3.3 倍交替，稀释顺序为稀释倍数由高到低，见表 2。

表 2 固定污染源废气样品分析稀释梯度

稀释倍数 (倍)	...	30 000	10 000	3 000	1 000	300	100	30	10
样品流量 (mL/min)	...	0.33	1	3.33	10	33	100	333	1 000
无臭清洁空气流量 (mL/min)	...	9 999.67	9 999	9 996.67	9 990	9 967	9 900	9 667	9 000

8.3.2 嗅辨实验

8.3.2.1 环境空气和无组织排放监控点空气

臭气样品按初始稀释倍数经无臭清洁空气稀释后与另外 2 路无臭清洁空气分别从编号为 A、B、C 的 3 个嗅杯中排出。待仪器稳定后嗅辨员依次嗅辨，选择 3 个嗅杯中气味不同于另外 2 个的嗅杯编号，记录结果。嗅辨结果以“嗅杯编号 (A、B、C) + 自信度 (猜测和肯定)”的形式给出。当“答案正确 + 肯定”时，记为正确；“答案正确 + 猜测”记为不明确；“答案错误”记为错误。环境空气和无组织排放监控点空气样品每个稀释倍数实验重复 3 次。操作系统应自动保存测试过程和计算结果，臭气测定结果登记表参考 HJ 1262。将 6 名嗅辨员 3 次实验共 18 个嗅辨结果代入公式 (1) 计算 M 值。

$$M = \frac{1.00 \times a + 0.33 \times b + 0 \times c}{18} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- M ——小组平均正解率；
- 1.00——为答案正确统计权重系数；
- a ——答案正确的人次数；
- 0.33——为答案不明统计权重系数；
- b ——答案不明确的人次数；
- 0——为答案错误统计权重系数；
- c ——答案为错误的人次数；
- 18——解答总数，单位人次。

实验终止判定：当 M 值大于 0.58 时，则继续下一级稀释倍数实验，重复 8.3.2.1；直至当 M 值计算结果小于或等于 0.58 时，实验结束。进行 2 次及以上稀释时，得到 2 个 M 值 (M_1 、 M_2)， M_2 值为小于或等于 0.58 时稀释倍数的小组平均正解率， M_1 值为 M_2 值稀释倍数的上一级稀释倍数的小组平均正解率。

当初始稀释倍数为 10 倍样品的 M 值小于或等于 0.58 时，则实验自动结束，样品臭气浓度以“< 10”或“=10”表示。

8.3.2.2 固定污染源废气

实验员根据不同稀释倍数的样品的嗅觉刺激程度,设置 1 个低于个人嗅觉阈值的稀释倍数作为初始稀释倍数。当样品浓度过高,可能造成系统污染时,可对样品先进行预稀释再确定初始稀释倍数。预稀释方法按照 HJ 905 相关规定执行。

臭气样品按初始稀释倍数经无臭清洁空气稀释后与另外 2 路无臭清洁空气从嗅杯中排出。待仪器稳定后嗅辨员依次嗅辨,选择 3 个嗅杯中气味不同于另外 2 个的嗅杯编号,确认结果。

实验终止判定:在初始稀释倍数下嗅辨员结果均为错误,应逐级降低稀释倍数、提高样品浓度,直至所有嗅辨员均给出过正确结果,本次嗅辨实验结束。

每个样品嗅辨实验重复 2 次。

臭气样品嗅辨实验后,嗅辨装置操作系统自动将 2 次嗅辨结果进行 95%置信区间的 t 检验,如 t 检验结果表明 2 次嗅辨结果无显著差异,则该嗅辨实验结束;如 t 检验结果表明 2 次嗅辨结果存在显著性差异,则再对该样品补充实验直至 t 检验结果表明 2 次嗅辨结果不存在显著性差异。操作系统通过 t 检验的 2 组数据进行臭气浓度的计算。操作系统应自动保存测试和计算过程的结果,至少包含 HJ 1262 附录 E 规定的信息。

当稀释倍数为 10 倍时,如仍有嗅辨员回答错误,则将样品视为无组织排放监控点空气样品,测试方法按照 8.3.2.1 执行。

8.3.3 气路清洗

每个样品嗅辨完成后,应清洗动态稀释嗅辨装置(6.3),利用无臭清洁空气冲洗管路和嗅杯直至实验员确认嗅杯排出的气体无味。

9 结果计算与表示

9.1 环境空气及无组织排放监控点样品结果计算

根据 8.3.2.1 测试求得的 M_1 和 M_2 值计算环境空气及无组织排放监控点样品的臭气浓度。

$$\alpha = \frac{M_1 - 0.58}{M_1 - M_2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

α ——幂参数;

M_1 —— >0.58 时稀释倍数的小组平均正解率;

0.58——正解率临界值;

M_2 —— $<$ 或 $=0.58$ 时稀释倍数的小组平均正解率。

$$\beta = \lg \frac{t_2}{t_1} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

β ——幂参数;

t_2 ——小组平均正解率为 M_2 时的稀释倍数;

t_1 ——小组平均正解率为 M_1 时的稀释倍数。

$$Y = t_1 \times 10^{\alpha \cdot \beta} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- Y ——样品臭气浓度；
- t_1 ——小组平均正解率为 M_1 时的稀释倍数；
- α, β ——幂参数。

9.2 固定污染源有组织排放废气样品结果计算

9.2.1 个人嗅觉阈值

$$X_i = \frac{\lg a_1 + \lg a_2}{2} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- X_i ——个人嗅觉阈值；
- a_1 ——个人误解最小稀释倍数；
- a_2 ——个人正解稀释倍数。

9.2.2 平均嗅觉阈值

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- \bar{X} ——平均嗅觉阈值；
- X_i ——个人嗅觉阈值；
- n ——小组 2 次嗅辨嗅觉阈值结果个数。

9.2.3 样品臭气浓度

$$Y = D \times 10^{\bar{X}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- Y ——样品臭气浓度；
- \bar{X} ——平均嗅觉阈值；
- D ——样品的预稀释倍数，若未预稀释，则 D 值取 1。

9.2.4 t 检验公式

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S^2_{X_1} + S^2_{X_2} - 2\gamma S_{X_1} S_{X_2}}{n-1}}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- t —— t 检验统计量；
- \bar{X}_1 ——第 1 次嗅辨，小组嗅觉阈值均值；
- \bar{X}_2 ——第 2 次嗅辨，小组嗅觉阈值均值；
- $S^2_{X_1}$ ——第 1 次嗅辨，小组嗅觉阈值方差；

$S^2_{x_2}$ ——第 2 次嗅辨，小组嗅觉阈值方差；

γ ——嗅辨小组 2 次嗅辨结果相关系数；

n ——1 次嗅辨嗅觉阈值结果个数。

9.3 结果表示

对臭气样品分析计算中的中间参数 (M 、 a 、 X_i 、 X) 进行数据修约，修约至小数点后 2 位，臭气浓度报告结果的小数位只舍不入，取整数。

10 准确度

10.1 精密度

6 家实验室分别对臭气浓度为 22、327、1 950 的正丁醇统一有证标准样品重复测定 6 次：实验室内相对标准偏差分别为 9.5%~30%、19%~28%、10%~27%；实验室间相对标准偏差分别为 21%、14%、13%；重复性限分别为 11、194、1 041；再现性限分别为 14、216、1 233。

10.2 正确度

6 家实验室分别对臭气浓度为 22、327、1 950 的正丁醇统一有证标准样品重复测定 6 次：相对误差分别为：-38%~4.6%、-19%~16%、-16%~26%；相对误差最终值分别为-24%±30%、-2.6%±27%、7.2%±29%。

11 质量保证和质量控制

11.1 样品分析工作应在符合 HJ 865 要求的恶臭嗅觉实验室内开展。

11.2 新购进的采样袋需抽样进行空白实验，空白实验方法按照 HJ 1262 中相关规定执行。

11.3 动态稀释嗅辨装置（6.3）中质量流量控制器每年至少校准 1 次，半年进行 1 次期间核查。

12 注意事项

12.1 无臭清洁空气过滤器内的除油过滤器、除尘过滤器、除水过滤器、除味过滤器等要及时更换，更换周期等根据嗅辨员嗅辨实验结果来决定。

12.2 嗅辨主机关键部件为精密气体质量流量控制器，使用过程中尽量避免震动。

12.3 嗅辨员在参加嗅辨实验当日不得使用香料、有气味的洗浴用品和化妆品，患感冒或其他影响嗅觉的疾病（如过敏、鼻窦炎等）时不得参加嗅辨实验。

12.4 嗅辨实验过程中，实验员需通过观察窗口或流量统计实时查看样品剩余气量；嗅辨员应尽快嗅辨，防止因样品气体不足无法完成实验。

12.5 应避免使用影响样品的气体管路内温度的装置，出口气体温度与嗅觉实验室室温相差不应超过 3℃，以免对嗅辨员产生影响。