

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1442—2026

固定污染源废气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}） 稀释通道采样技术规范

Technical specification for dilution tunnel sampling of particulate matter
(PM₁₀ and PM_{2.5}) in stationary source emission

本电子版为正式标准文件，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2026-01-14发布

2026-04-15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 采样原理和技术要求..... 2

5 设备和材料 3

6 采样点位和时长..... 4

7 采样程序 5

8 质量保证和质量控制..... 6

附录A（资料性附录） 气密性检查..... 7

附录B（资料性附录） 稀释通道采样记录表..... 8

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》，加强大气污染防治，保护和改善生态环境，保障公众健康，规范固定污染源废气颗粒物（ PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ ）的稀释通道采样方法，制定本标准。

本标准规定了固定污染源废气颗粒物（ PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ ）稀释通道采样方法。

本标准的附录 A 和 B 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部生态环境监测司、大气环境司、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、西安市环境监测站、上海市环境监测中心、南开大学。

本标准生态环境部 2026 年 1 月 14 日批准。

本标准自 2026 年 4 月 15 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

固定污染源废气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}） 稀释通道采样技术规范

1 适用范围

本标准规定了采用稀释通道采样设备采集固定污染源废气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的方法，包括采样原理和技术要求、设备和材料、采样点位和时长、采样程序、质量保证和质量控制等内容。

本标准适用于为测定固定污染源废气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 化学组成而进行的采样活动。

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。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

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/T 48 烟尘采样器技术条件

HJ 93 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器技术要求及检测方法

HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

HJ 618 环境空气 PM₁₀和PM_{2.5}的测定 重量法

HJ 656 环境空气颗粒物（PM_{2.5}）手工监测方法（重量法）技术规范

HJ 836 固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

固定污染源 stationary source

燃煤、燃油锅炉和工业炉窑以及石油化工、冶金、建材等生产过程中产生的废气通过排气筒向大气排放的污染源。

3.2

稀释气 dilution air

去除颗粒物、挥发性有机物和水汽后，用于废气稀释的环境空气。

3.3

稀释通道采样设备 dilution tunnel sampling equipment

抽取固定污染源废气与稀释气混合，模拟废气进入环境空气中混合、冷却、凝结等过程的采样设备，主要包括废气采集单元、稀释气发生单元、稀释混合单元、停留舱单元、污染物采集单元等。

3.4

停留时间 residence time

废气和稀释气混合形成的稀释废气在稀释通道采样设备停留舱内的平均停留时间，其值为停留舱体积与其出口稀释废气实况流量的比值。

3.5

稀释比率 dilution ratio

标准状态下，稀释气与废气的总流量与废气流量的比值。

3.6

等速采样 isokinetic sampling

将采样嘴平面正对废气气流，使进入采样嘴的气流速度与测定点的废气流速相等的采样方法。

3.7

稀释采样空白 dilution sampling blank

在固定污染源采样现场，仅稀释气通过稀释通道采样设备所采集的样品。

4 采样原理和技术要求

4.1 采样原理

等速抽取废气，经稀释通道采样设备的稀释混合舱和停留舱，与稀释气充分混合、冷却、凝结等，稀释后废气中的颗粒物经 $PM_{10}/PM_{2.5}$ 切割器筛选，用滤膜捕集。

4.2 采样技术要求

4.2.1 采样工况

固定污染源处于正常的工况条件，生产设备和治污设施正常运行。

4.2.2 废气采集流速

采用等速采样方法，废气采集流速为烟道废气平均流速 80% 至 120%。

4.2.3 稀释比率

为了避免采样中水冷凝现象以及有效降低稀释废气的温度和相对湿度，采样稀释比率宜大于等于 10:1。

4.2.4 停留时间

废气与稀释气充分混合得到的稀释废气在停留舱中停留时间大于等于 10 s。

4.2.5 稀释废气温度和相对湿度

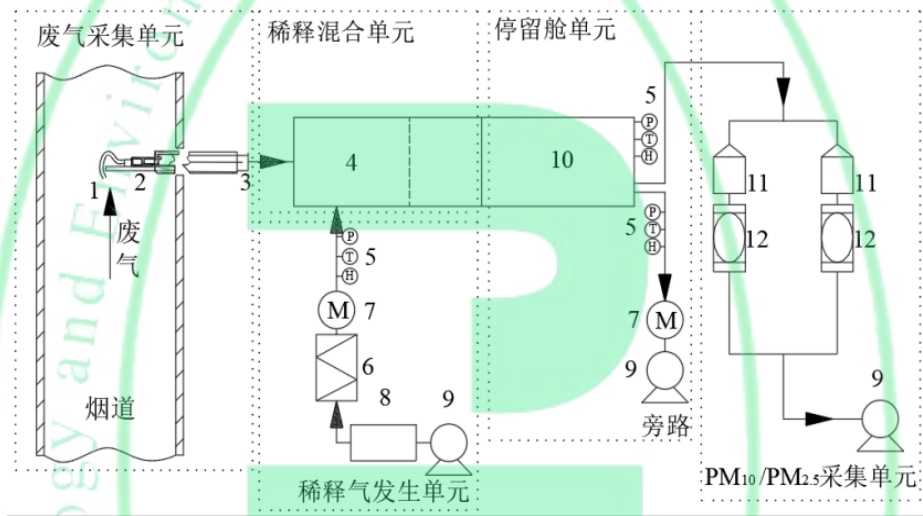
稀释后废气温度应小于等于 42℃，相对湿度应小于等于 70%。

5 设备和材料

5.1 稀释通道采样设备

5.1.1 参考结构示意图

用于固定源废气PM₁₀和PM_{2.5}采集的稀释通道采样设备由废气采集单元、稀释气发生单元、稀释混合单元、停留舱单元、PM₁₀/PM_{2.5}采集单元等构成。设备结构示意图见图 1。



1—采样嘴；2—皮托管和伴热组件；3—采样管及流量计；4—稀释混合舱；5—压力、温度和湿度传感器；
6—稀释气加热/冷却器；7—质量流量计及控制组件；8—稀释气处理组件；9—泵；10—停留舱；
11—颗粒物切割器；12—滤膜及流量控制组件

图 1 稀释通道采样设备结构示意图

5.1.2 废气采集单元

废气采集单元包括采样嘴、皮托管和伴热组件、采样管及流量计、废气传输管、压力和温度传感器等。除采样管不需滤筒及相关部件外，废气采集单元的技术要求参照 GB/T 16157、HJ 836、HJ/T 48。废气传输管使用导电的不锈钢管，作保温处理，应尽量缩短尺寸，长度不宜超过 1.0 m，避免废气流向发生急剧变化。

5.1.3 稀释气发生单元

稀释气发生单元为稀释混合单元提供稀释气，由泵或空压机、稀释气处理组件（包括有机物和水分去除组件、颗粒物过滤组件等）、稀释气加热/冷却器、质量流量计及控制组件、压力传感器、温度传感器和湿度传感器等部件组成。颗粒物过滤组件对粒径为 0.3 μm 的颗粒物去除效率不小于 99.97%。

5.1.4 稀释混合单元

稀释混合单元应实现废气与稀释气迅速混合均匀，配备加热或保温装置，可使用多孔板或文丘里等混合方式。

5.1.5 停留舱单元

停留舱宜为圆筒状，应气密性良好，内表面均匀光滑、耐腐蚀、易清洁、不易吸附颗粒物等污染物，配备加热或保温装置，以及旁路。停留舱气体出口处设置压力、温度和湿度传感器。

5.1.6 $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$ 采集单元

$\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$ 采集单元由 $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$ 切割器、滤膜及流量控制组件、采样泵、压力传感器、温度传感器和湿度传感器等组成，相关技术要求按照 HJ 93 和 HJ 656 执行。 $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$ 采集单元需对一种粒径颗粒物提供至少两个采样通道，不同通道之间的 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度相对偏差分别要求在 $\pm 10\%$ 和 $\pm 15\%$ 以内。

5.2 辅助设备和材料

5.2.1 分析天平

分析天平实际分度值不大于 0.01 mg。

5.2.2 恒温恒湿箱（室）

箱（室）内空气温度控制范围（15~30）℃，精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；相对湿度控制范围至少（30~55）%。

5.2.3 便携式冰箱

可控温至 4°C 以下。

5.2.4 负压表

测量范围 -10.0 kPa~0.0 kPa，精度 ± 0.1 kPa。

5.2.5 滤膜

滤膜直径大于等于 47 mm，对 $0.3\ \mu\text{m}$ 标准粒子的截留效率不低于 99%。根据颗粒物质量浓度和化学组分的分析测试要求，选择合适材质的滤膜。

5.2.6 其他材料

丙酮（或酒精）（分析纯）、实验用水（满足 GB/T 6682 三级水要求）、变色硅胶、镊子、聚四氟乙烯胶带、无尘纸、隔热手套等试剂耗材。

6 采样点位和时长

6.1 采样点位

采样点位布设应符合 GB/T 16157 和 HJ/T 397 的相关规定。

6.2 采样时长

采样时长既要保证采样的代表性，同时满足称重及化学组分分析的最低颗粒物质量要求，又要保证采样的可操作性，同时使采集的颗粒物不超过滤膜的最大载荷。根据烟道内颗粒物浓度[可参考烟气排放连续监测系统（CEMS）的历史或实测数据]、采样稀释比率、采样流量等综合确定采样时长。

7 采样程序

7.1 采样准备

7.1.1 信息收集

- a) 收集固定污染源生产设备和治污设施的工艺和运行工况、燃料类型及用量等信息。对近期的主要产品产量、主要原材料或燃料消耗量进行调查统计，并与相应设计指标进行比较，核算生产设备的实际运行负荷。
- b) 收集污染源排气筒的位置和数量、废气输送管道的布置及断面的形状和尺寸、废气输送管道周围的环境状况、排气筒高度等信息。

7.1.2 采样设备准备

- a) 清洗采样嘴、采样管、废气传输管、稀释混合舱、停留舱和颗粒物切割器等。依次使用丙酮（或酒精）、蒸馏水、丙酮（或酒精）涮洗或冲洗后，自然风干或用吹风机吹干。
- b) 检查确认稀释气发生单元中颗粒物过滤器、活性炭、变色硅胶等完好有效及备品备件充足。
- c) 组装采样设备，开机检查确认可以正常运行，检查或校准设备流量，以及温度、湿度及压力等参数。

7.1.3 采样滤膜及其他准备

参照 HJ 618，进行滤膜平衡和称重。用于有机碳/元素碳、有机物分析的石英滤膜应采用铝箔包裹后置于马弗炉以 500℃ 烘烤 4 h，去除有机杂质，待石英滤膜自然冷却后再进行平衡和称重。采样滤膜需密封，放入干燥器保存。

准备现场采样所需的记录表格、化学试剂、材料、器具和安全防护用品等。

7.2 现场采样步骤

7.2.1 排气参数的测定

- a) 现场测定烟道内采样断面各测点处的废气压力、流速、温度、水分含量等排气参数。废气排气参数的测定方法按照 GB/T 16157 和 HJ/T 397 的相关要求执行，设备应满足 HJ/T 48 技术要求。
- b) 参考废气在线监测系统（CEMS）在线或历史监测数据，预估颗粒物浓度。必要时可进行实测。

7.2.2 稀释通道采样

- a) 在采样平台串接稀释通道采样设备各单元，放入采样滤膜，参见附录 A 进行采样设备气密性检查。如采样设备的气密性未达到要求，则查找原因并进行调整，直至合格。
- b) 根据现场测定的排气参数等信息，按照 GB/T 16157 计算平均流速。采用流速测量设备在烟道内采样断面上寻找平均流速的对应采样点，并标记该采样点位置。
- c) 根据废气排放情况，选择适当的稀释比率。对于颗粒物排放浓度低，废气温度和相对湿度较低的，可尝试采用较小的稀释比率（如 10:1）；反之，需适当提高稀释比率。结合废气采集单元和稀释气发生单元分别能提供的废气和稀释气流量范围，以及 $PM_{10}/PM_{2.5}$ 采集单元流量，确定适当的废气采集流量和稀释气流量。根据公式（1），计算采样嘴的直径，在采样设备上安装对应

的采样嘴。

$$d_s = 4.61 \times \sqrt{\frac{Q_{wa}}{V_{wa}}} \quad (1)$$

式中： d_s ——采样嘴直径，mm；

Q_{wa} ——进入采样嘴的实况废气流量，L/min；

V_{wa} ——废气平均流速，m/s；

4.61——换算系数。

- d) 设置采样管的伴热温度高于烟道废气温度 5℃，待采样管加热至伴热温度后，将采样嘴伸入烟道内预先确定的采样点处，封闭采样孔，使采样嘴对准气流方向（其与气流方向偏差不得大于 10°），开启 PM₁₀/PM_{2.5} 采集单元泵、稀释气发生单元泵和旁路泵，调节各流量控制器，使稀释气和废气流量示值达到预先确定的流量值。待设备稳定后，查看停留舱出口气体的温度和相对湿度。如果仅温度未达到要求（4.2），则调节稀释气加热/冷却器。如均未达到要求或出现水冷凝现象，则调节稀释气流量，或调节废气采集流量，更换采样嘴，必要时提高稀释比率。通过反复试验，直至符合采样技术要求（4.2）。
- e) 更换采样滤膜，正式采样直到滤膜颗粒物负载量满足后续分析要求。定期对流速、稀释废气温度和相对湿度、稀释比率、停留时间等进行检查，必要时调节流量等参数，确认各采样技术指标维持在要求范围内；定期查看工况，确认固定污染源处于正常的工况条件。空白样品采集前须清洗采样设备，将废气入口封闭，开启稀释气发生单元后进行采样，采样时长与实际样品相同。每个点位至少采集 3 个实际样品以及 1 个空白样品。
- f) 采样结束后，关闭采样泵，取出废气采样管，立即取下滤膜放入膜盒，置于便携式冰箱内，4℃ 以下冷藏、密封和避光保存。记录采样时间、采样位置、样品编号、颗粒物粒径、采样嘴直径、流量、压力、温度、相对湿度、稀释比率、停留时间、采样时长、采样体积等，以及单位名称及地址、产污设备及工艺工况、治污设备及工艺工况、采样设备、采样位置及断面等信息。记录表参见附录 B。样品需及时运回实验室进行滤膜称重以及颗粒物化学组分分析，运输过程需保持滤膜正面朝上，避免剧烈震动。

8 质量保证和质量控制

8.1 仪器和设备

- a) 排气参数测定、废气等速采样涉及的仪器设备运行和维护参照 HJ/T 373、HJ/T 397，PM₁₀/PM_{2.5} 采集以及颗粒物称重涉及的仪器设备运行和维护参照 HJ 93、HJ 656。
- b) 每年对压力传感器、温度传感器、湿度传感器、质量流量计进行校准，其示值误差应分别在 ±1.5%、±2℃、±2.0%（相对湿度）和 ±2.0% 以内。

8.2 样品采集

- a) 排气参数测定和废气等速采样过程按照 HJ/T 373、HJ/T 397 进行质控。打开采样孔后应仔细清除采样孔短接管内的积灰，再伸入测量仪器或采样嘴，并堵紧采样孔周围缝隙以防止漏气。
- b) 采样过程中定期查看停留舱出口稀释废气的温度、相对湿度以及稀释比率和停留时间等参数，以及稀释通道采样设备是否出现冷凝水，如不符合采样技术要求或出现冷凝水，应及时解决。
- c) 采样后检查滤膜样品的边界是否模糊，如模糊，则表明 PM₁₀/PM_{2.5} 采集单元漏气，该滤膜样品作废，检查滤膜安装是否正确，或者更换滤膜密封垫、滤膜夹后，重新采样。

附 录 A
(资料性附录)
气密性检查

- A.1 串接好整套稀释通道采样设备；
- A.2 关闭稀释气进气口、废气样品进气口和旁路；
- A.3 在稀释通道采样设备内接入负压表，开启泵，使负压表指示为-6.7 kPa；
- A.4 观察负压表的指示值，若 30 s 内变化小于等于 0.2 kPa，则气密性合格。

附 录 B

(资料性附录)

稀释通道采样记录表

稀释通道采样现场记录表见表B.1 ~ B.2。

表B.1 固定污染源采样基本信息

被测单位	单位地址/经纬度		
采样日期	联系人及联系方式		
产污设备名称及型号	产污设备运行工况		
生产工艺/产污环节			
治污设施名称及型号	治污设施运行工况		
废气处理工艺			
采样设备及型号	监测项目		
采样位置	采样断面形状及截面积 (m ²)		
采样期间CEMS (如有) 平均排气参数	流速 _____ m/s	烟温 _____ °C	含湿量 _____ %
	颗粒物浓度 _____ mg/m ³	氧含量 _____ %	
备注			

采样人：
年 月 日

记录人：
年 月 日

审核人：
年 月 日

表 B.2 固定污染源废气颗粒物稀释通道采样记录

序号	采样时间	采样位置	样品编号	颗粒物粒径	采样嘴直径 (mm)	流量 (L/min) / 压力 (kPa) / 温度 (°C) / 相对湿度 (%)					稀释比率	停留时间 (s)	采样时长 (min)	采样体积 (m³)	备注 (含定期检查的流速、稀释废气温度和相对湿度、稀释比率、停留时间等)
						废气采集单元	稀释气发生单元	停留舱	PM ₁₀ /PM _{2.5} 采集单元	旁路					

采样人：
年 月 日

记录人：
年 月 日

审核人：
年 月 日