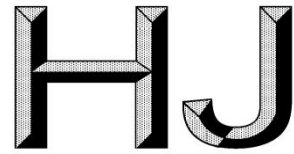


附件 4



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□-202□

环境空气 颗粒物来源解析 扬尘颗粒物（PM_{2.5} 和 PM₁₀）再悬浮采样技术 导则

Ambient air—Source apportionment of ambient particulate matter—
Technical guideline of resuspension dust particles (PM_{2.5} and PM₁₀)

（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 再悬浮采样原理	2
5 再悬浮采样器	2
6 扬尘样品采集和制备	4
7 再悬浮采样步骤	4
8 质量保证和质量控制	5
附录 A（资料性附录）再悬浮采样器气密性检查	7
附录 B（资料性附录）再悬浮采样器内部均匀性测试	8
附录 C（资料性附录）再悬浮采样原始记录表	9

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》，加强大气污染防治，保护和改善生态环境，保障人体健康，规范环境空气颗粒物来源解析工作中扬尘颗粒物（PM_{2.5}和PM₁₀）样品的再悬浮采样方法，制定本标准。

本标准规定了环境空气颗粒物来源解析中扬尘颗粒物（PM_{2.5}和PM₁₀）的再悬浮采样技术要求。

本标准的附录A、B、C为资料性附录。

本标准属于环境空气颗粒物来源解析系列标准之一。

本标准首次发布。

本标准由生态环境部大气环境司、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、陕西省环境监测中心站。

本标准生态环境部20□□年□□月□□日批准。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

环境空气 颗粒物来源解析 扬尘颗粒物(PM_{2.5}和PM₁₀)再悬浮采样技术导则

1 适用范围

本标准规定了环境空气颗粒物来源解析工作中使用再悬浮采样设备采集扬尘颗粒物(PM_{2.5}和PM₁₀)样品的的方法,包括再悬浮采样原理、采样设备、扬尘样品采集和制备、采样步骤、质量保证和质量控制等方面的技术要求。

本标准适用于开展环境空气颗粒物来源解析工作中对土壤扬尘、施工扬尘、道路扬尘、城市扬尘、堆场扬尘等扬尘颗粒物样品(PM_{2.5}和PM₁₀)的再悬浮采样。

其他矿物尘(如粉煤灰、尾矿尘、除尘器下载灰等)等亦可参照执行。

2 规范性引用文件

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

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 618 环境空气中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 664 环境空气质量监测点位布设技术规范(试行)

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ/T 374 总悬浮颗粒物采样器技术要求及检测方法

HJ/T 393 防治城市扬尘污染技术规范

《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》(环办函〔2020〕8号)

《大气颗粒物来源解析技术指南(试行)》(环发〔2013〕92号)

3 术语和定义

3.1

扬尘 dust

地表松散颗粒物在自然力或人力作用下进入到环境空气中形成的一定粒径范围的空气颗粒物,主要包括土壤扬尘、施工扬尘、道路扬尘和堆场扬尘等。

3.2

再悬浮箱 resuspension system

一种可用于模拟粉尘样品在风力等作用下再次悬浮的设备或装置。

3.3

再悬浮采样 resuspension sampling

一种应用再悬浮箱模拟环境空气中颗粒物沉降后在风力等作用下再次悬浮的采样方法。

3.4

PM_{2.5}

空气动力学当量直径小于等于 2.5 μm 的颗粒物。

3.5

PM₁₀

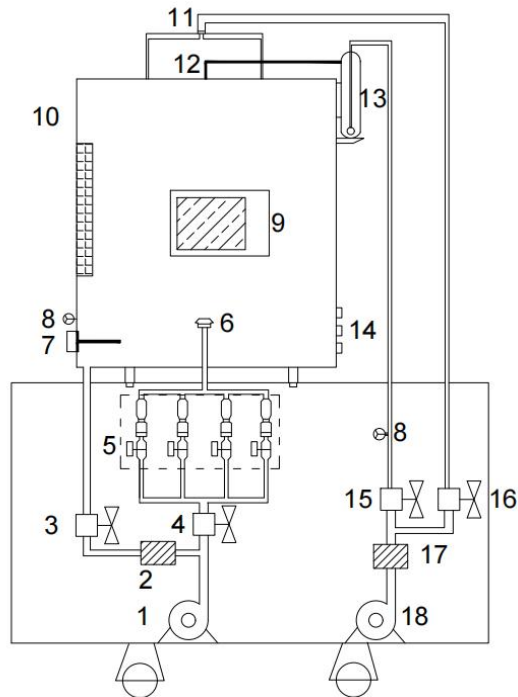
空气动力学当量直径小于等于 10 μm 的颗粒物。

4 再悬浮采样原理

在一定体积的再悬浮箱内使全粒径或较大粒径范围的粉末样品以特定的状态悬浮，模拟其在环境受体中的均匀悬浮状态，使用特定粒径的切割器进行采集，从全粒径或较大粒径范围粉末样品中获得特定动力学粒径样品的方法。

5 再悬浮采样器

颗粒物再悬浮采样器主要由送样单元、再悬浮单元、PM₁₀/PM_{2.5} 采样单元、净化单元组成。通过送样单元将制备好的颗粒物样品进行悬浮，并送至再悬浮箱中和洁净空气充分混合，经再悬浮箱扩散、混合和沉降，由切割器完成对 PM₁₀/PM_{2.5} 的采样。再悬浮采样器结构示意图见图 1。



1、采样泵；2、空气过滤器；3、净化流量控制器；4、采样总流量控制器；5、PM₁₀/PM_{2.5}切割器及流量控制组件；6、TSP切割器；7、温、湿度传感器；8、压力传感器；9、观察视窗；10、再悬浮箱；11、补气管路；12、样品进气口；13、送样装置；14、悬浮箱预留接口；15、送样流量控制器；16、补气流量控制器；17、洁净空气发生器；18、送样泵

图 1 再悬浮采样器结构示意图

5.1 送样单元

送样单元由送样泵、泵压调节阀、洁净空气发生器、送样流量控制器、补气阀、压力调节阀、送样管路压力、送样装置等组成。送样单元应具备可调节送样量的功能。

5.2 再悬浮单元

再悬浮单元由再悬浮箱、温湿度传感器、压力传感器及观察视窗组成。再悬浮箱箱体可采用不锈钢或其他材质并进行除静电设计，内壁粗糙度 Ra 值不大于 1.6，再悬浮箱要求气密性、均匀性良好，对样品污染小，气密性测试方法参见附录 A，均匀性测试参见附录 B。其温湿度传感器、压力传感器精度需满足 HJ 93 中的相关技术要求。

5.3 PM₁₀/PM_{2.5} 采样单元

PM₁₀/PM_{2.5} 采样单元由 TSP 切割器、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 切割器、压力传感器、净化流量控制器、采样通道压力传感器、质量流量控制器（可自动跟踪调节）、换膜装置及附属管路、采样泵等组成。

a) PM_{2.5} 和 PM₁₀ 采样单元应同时对一种粒径颗粒至少提供两个通道采样管路；采样滤膜质量浓度平行性小于等于 15%。

b) PM_{2.5} 和 PM₁₀ 切割器出口到滤膜膜托的垂直距离应大于 200 mm，保证颗粒物样品在

滤膜上分布的均匀性；膜托可使用聚四氟乙烯材质夹持直径不小于 47 mm 的滤膜。

c) 切割器的性能、通道流量偏差、质量流量控制器、压力传感器精度等性能满足 HJ 93 相关技术要求。

5.4 净化单元

净化单元主要由洁净空气发生器及其附属管路、空气过滤器、净化流量控制器组成。净化单元对粒径为 0.3 μm 的颗粒物去除效率不小于 99.97%。

6 扬尘样品采集和制备

6.1 扬尘采样原则

调查城市扬尘的种类、分布、数量及排放特征，识别需要采集的扬尘类别，一般包括土壤扬尘、道路扬尘、施工扬尘、城市扬尘等。每种扬尘样品的采集量应满足再悬浮样品制备和采样的要求，同时应考虑样品的采集难度。样品的数量没有具体要求，但需考虑到研究区域、受体点位等因素，原则上研究区域越大，受体点位越多，源样品数量亦适当增加。原则上，土壤扬尘样品不少于 500 g，道路扬尘样品不少于 100 g，城市扬尘样品量不少于 50 g，施工扬尘样品量不少于 500 g。扬尘样品采集方法参照 HJ/T 393 及 HJ/T 166。

6.2 扬尘样品制备

为获得与环境空气中颗粒物粒度相匹配的真实源样品，需对采集的源样品制备成适用于再悬浮采样的样品。

制备至少包含两步：首先将采集到的源样品置于实验室自然阴干或通过冷冻干燥去除水分，避开其他污染物的干扰，同时减少碾压以保持采样时颗粒物样品的初始状态；再采用 150 目的标准尼龙筛进行筛分处理，得到可用于再悬浮采样的样品。筛分过程要注意标准尼龙筛的清洁以防不同类型样品间的交叉污染。

7 再悬浮采样步骤

7.1 采样准备

7.1.1 滤膜准备

a) 根据监测目的选择石英、聚四氟乙烯等材质的滤膜。通常情况下，碳组分 (OC/EC)、有机组分等分析，选择石英等无机材质滤膜；无机元素等分析，选择聚四氟乙烯等有机材质滤膜。石英滤膜在使用前，需用铝箔包好并留有开口，置于马弗炉中 500 $^{\circ}\text{C}$ 下加热 4 h，以去除有机杂质，注意滤膜不能有折痕，待石英滤膜自然冷却后取出，用铝箔包好密封保存。滤膜性能指标及检查参照 HJ 656。

b) 用于计算颗粒物质量浓度的滤膜，采样前后应进行平衡及称重，参照 HJ 656 及 HJ 618。

7.1.2 再悬浮采样器准备

a) 检查净化单元洁净空气发生器中是否有硅胶及变色情况，若硅胶变色超过一半需要更换；检查净化单元洁净空气发生装置中其他过滤填充料是否完好有效；检查送样单元管路是否正常。

b) 清洗送样单元、再悬浮箱及 PM₁₀/PM_{2.5} 采样单元。使用真空吸尘器对其中积存的颗粒物进行大吸力抽取，用去离子水清洗内表面，自然晾干，过程中需戴无粉一次性手套。若多次采样对象均为同种类型的源，为减小工作量可关闭采样总流量控制器和送样流量控制器，打开送样泵和补气流量控制器、净化流量控制器和采样泵，用洁净空气吹扫清洗再悬浮采样器 30 min 左右。

c) 进行气密性检查，具体步骤参见附录 A。

d) 检查或校准采样单元的流量等关键参数。

7.2 再悬浮样品采集

a) 安装空白滤膜，开启仪器，采集时间为 10~30 min。若空白滤膜的重量在原始重量 ± 0.5 mg 范围内，则认为系统清洗干净，可以用于实际样品的采集。

b) 称取一定量的扬尘样品，根据源样品的粒态、密度、悬浮性能及采样器的技术性能，称样量会有差异，一般称取量为 0.1~1.5 g。

c) 将称好的样品加入送样单元，开启仪器，使送样单元提供一个持续的、稳定的颗粒物源，由过滤后的洁净空气吹入再悬浮箱，持续时间同采样时间，确保样品在箱体和洁净空气充分混合。

d) 采集时间一般控制在 10~30 min，负载量 (Φ 47 mm) 控制在 1~3 mg。样品采集过程中可暂停采样泵，通过观察滤膜边缘轮廓清晰程度及滤膜本体颜色差来经验判断采样过程是否有漏气及样品负载量，若存在气密性不好及不满足负载量要求时，需重新采集或增加采样时间。

e) 采样完成后，关闭进样阀，小心取出滤膜，置于对应的原始滤膜盒中，恒温恒湿后平衡称重。

f) 再悬浮采样过程中应详细记录原始样品类型、不同粒径样品、进样量及通道对应编码、采样时间等相关信息，参见附录 C。

8 质量保证和质量控制

8.1 仪器的检定和校准

a) 对流量计、温度传感器、湿度传感器、压力传感器等按期送计量部门检定合格，取得检定证书后方可用于监测采样工作。

b) 对经常使用的设备，至少每三个月对温度传感器进行校准，使其误差在 ± 2℃ 之内；至少每三个月对流量计和压力传感器进行校准，使其测量误差均在 ± 2% 之内；至少每六个月对湿度传感器进行校准，保证使其误差在 ± 3% 之内。

c) 对长时间未使用的设备，投入使用前，或者在执行可能影响校准的系统维修或改动时，须对温度、湿度、流量等测量仪表进行校准，对悬浮箱气密性和均匀性等性能进行检查。

8.2 采样准备的质量保证

- a) 采样前，检查滤膜外表有无裂纹、孔隙或破损。
- b) 对再悬浮采样单元及相关部件进行清洗后，要等待其完全干燥再进行后续操作。
- c) 滤膜称量应在恒温恒湿的天平室中进行，应保持采样前和采样后称重使用同一台分析天平，温度、湿度条件相近或一致，操作天平应佩戴无粉末、防静电、无硝酸盐、磷酸盐、硫酸盐的乙烯基手套。

8.3 采样过程的质量保证

- a) 再悬浮采样器送样单元可根据不同的源样品进行流量调节，保证送样单元能够提供持续、稳定的再悬浮样品。
- b) 同种扬尘样品采集时，无需多次对再悬浮箱及管路进行清洗，可用净化空气吹扫清洗 30 min（方法同 7.1.2）；不同种类扬尘样品必须每次对再悬浮箱及管路清洗，同时用净化空气吹扫大于 30 min，且空白滤膜的重量控制在原始质量 ± 0.5 mg 之内。
- c) 再悬浮采样器各组成单元检查无误后，须将滤膜放入滤膜夹后，对再悬浮采样器整体进行气密性检查，发现问题及时解决。
- d) 向采样器中放置和取出滤膜时，应佩戴乙烯基手套，使用无锯齿状镊子，不得直接用手接触，避免损坏和沾污。采样完成后应及时放在滤膜盒中妥善保管；如不能及时平衡称量，应将滤膜放置在 4℃ 条件下密闭冷藏保存，最长不超过 30 d。采样后称重时间间隔常温下不超过 10 d，用于有机组分分析的滤膜样品称重后应在-20℃避光保存。
- e) 采样过程中检查滤膜上颗粒物与四周之间界限是否模糊，如模糊则表明采样单元漏气，应检查滤膜安装是否正确，或者更换滤膜密封垫、滤膜夹，该样品滤膜作废。

附录 A

(资料性附录)

再悬浮采样器气密性检查

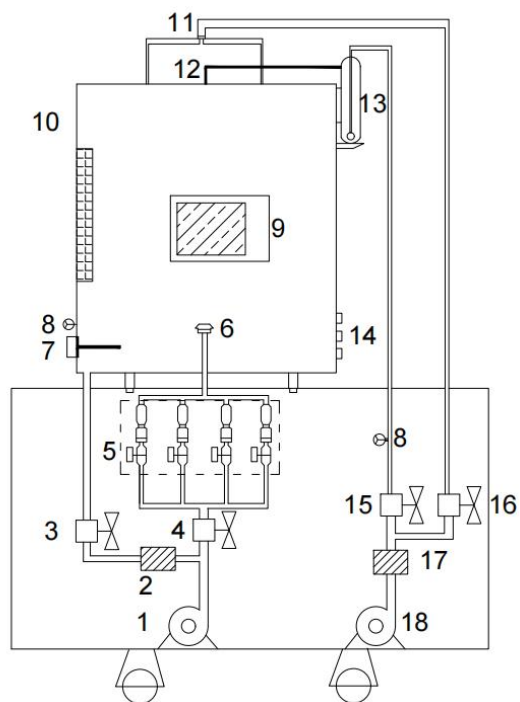


图 A. 再悬浮采样器结构示意图

- a) 密封样品进入传输管入口 12、补气口 11。
- b) 在采样泵 1 之前接入一个嵌入式三通阀门，阀门的另一接口接负压表。
- c) 关闭净化单元流量控制器以及密封再悬浮箱后盖。
- d) 安装滤膜，启动采样泵，抽取空气，使采样器处于部分真空状态，负压表显示为-50 kPa。
- e) 关闭三通阀，阻断采样泵和流量计的流路，30 s 内压力降小于等于 7 kPa 为合格。
- f) 移除嵌入式三通阀，恢复采样器。

附录 B

(资料性附录)

再悬浮采样器内部均匀性测试

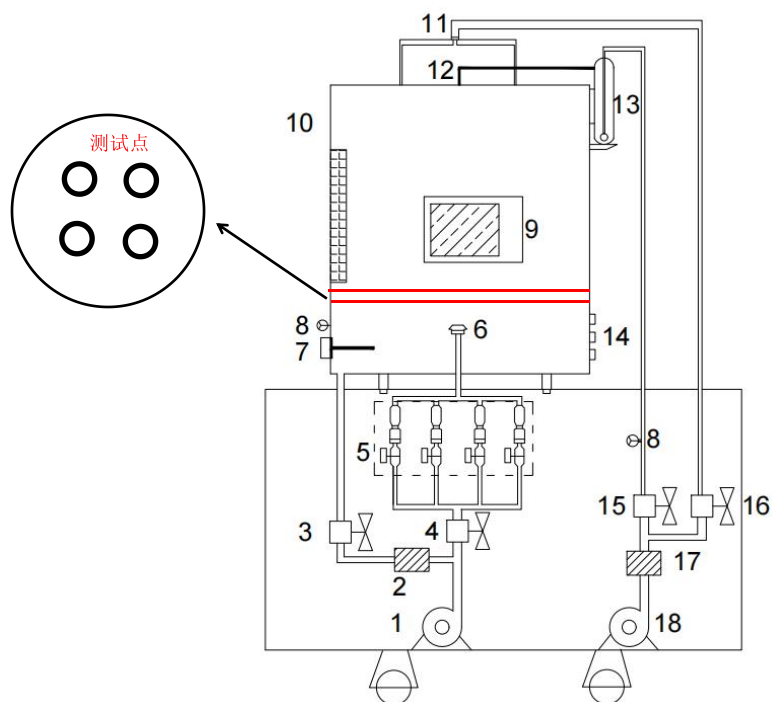


图 B. 再悬浮采样器结构示意图

- 封闭补气管路 15 和净化单元管路，封闭再悬浮箱，保证设备气密性良好。
- 在样品入口连续通入已知浓度的氮氧化物等气体。
- 在停留仓 TSP 切割器上方随机取四个测试点。
- 开启采样泵，分别测试以上四个测试点位置的氮氧化物等气体的浓度。
- 测试结果相对误差小于 10% 时，则均匀性良好。

附录 C

(资料性附录)

再悬浮采样原始记录表

表 C. 扬尘颗粒物再悬浮采样原始记录表

源样品 唯一性编码	滤膜 编号	采样 日期	采样时间 /min	采样点位(经 纬度)	采样流 量/L/min	温度 /°C	湿度 /%	标态体 积/m ³	备注

采样人:

年 月 日

送样人:

年 月 日

接样人:

年 月 日