

固定污染源废气 可凝结颗粒物的测定
干式冲击冷凝法 方法指南
(暂行)

2025-1-1 发布

2025-1-1 实施

发布

广东省生态环境厅

目 次

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	2
5 试剂和材料	2
6 仪器和设备	3
7 采样与保存	5
8 样品分析	9
9 结果处理	10
10 质量控制与保证	11
附录 A (资料性附录)	12

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，规范固定污染源废气中可凝结颗粒物的测定方法，制定本方法。本方法规定了测定固定污染源废气中可凝结颗粒物的测定方法——干式冲击冷凝法。

本方法的附录 A 为资料性附录。

本方法为首次发布。

本方法由广东省生态环境厅大气处组织制订。

本方法起草单位：广东省生态环境监测中心。

本方法自 2025 年 1 月 1 日起实施。

本方法由广东省生态环境厅解释。

固定污染源废气 可凝结颗粒物的测定 干式冲击冷凝法

警告：实验中所使用部分试剂为易挥发的有毒化学品，应在通风条件下使用，操作应按规定佩戴防护器具，避免吸入或接触皮肤和衣物。

1 适用范围

本方法规定了测定固定污染源废气中可凝结颗粒物的测定方法。

本方法适用于烟温高于 30°C 的固定污染源废气中可凝结颗粒物的测定。废气经采样系统冷凝，通过 CPM 滤膜后温度仍超过 30°C 和 CPM 样品在称量过程中不能有效恒重的固定污染源废气中可凝结颗粒物的测量不适用于本方法。

当采样体积为 1m³ 时，本方法可凝结颗粒物的无机部分和有机部分检出限均为 0.1mg/m³，测定下限均为 0.4 mg/m³。

2 规范性引用文件

本方法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/T 373	固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范
HJ/T 397	固定污染源监测技术规范
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。

3.1

可凝结颗粒物 Condensable Particulate Matter (CPM)

在烟道内高温烟气环境中通常为气态物质，排放到大气环境中经冷却、稀释而短时间内冷凝或者反应形成的固态或液态颗粒物。

3.2

可过滤颗粒物 Filterable Particulate Matter (FPM)

在烟道内能被滤筒或滤膜（5.8）直接截获的液滴或固态颗粒物。

3.3

总颗粒物 Total particulate matter (TPM)

烟气中排放颗粒物的总和，由可凝结颗粒物和可过滤颗粒物两部分组成。

3.4

干式冲击冷凝法 Dry impact condensation method

一种由美国环保署（US EPA）提出的 CPM 测试方法，烟气经 FPM 滤筒或外置滤膜过滤离开烟道后，在温度小于 30°C 的条件下，气相 CPM 在冲击瓶中冷凝成颗粒态，并被冲击式冷凝瓶和后置滤膜等捕集。

4 方法原理

采用干式冲击瓶和过滤装置测试烟气中可凝结颗粒物。其原理是可凝结颗粒物样品采集装置与可过滤颗粒物测试方法联用，烟气中可过滤颗粒物被脱除后，可凝结颗粒物在样品采集装置中冷凝并被冲击瓶和后置滤膜收集，样品采集后立即用氮气吹扫冲击瓶与滤膜以去除溶解性二氧化硫等气体，再分别用去离子水、丙酮和己烷清洗、萃取分离成有机组分和无机组分两部分，再经浓缩、蒸发干燥和称重。根据有机组分和无机组分的质量和采样体积，计算出可凝结颗粒物有机组分、无机组分及总质量浓度。

5 试剂和材料

除非另有说明，分析时均使用符合国家标准的分析纯试剂。

5.1 试剂水：去离子水或超纯水，干残留量 ≤ 1 mg/L。

5.2 硅胶：使用粒径为 6 至 16 目指示型硅胶。也可使用满足方法要求的其他类型或效果更佳的干燥剂。如重复使用硅胶，需在 175°C 下干燥两小时。

5.3 样品干燥剂：指示型无水硫酸钙。

5.4 丙酮（ CH_3COCH_3 ）：色谱纯或等效纯度，干残留量 ≤ 1 mg/kg。储于玻璃瓶中，不可使用金属瓶储存。

5.5 己烷（ C_6H_{14} ）：色谱纯或等效纯度，干残留量 ≤ 1 mg/kg。

5.6 氮气：高纯氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）或具有相同功能气体，其中氧气浓度需低于 1 ppm，总碳氢化合物（碳当量）浓度需低于 1 ppm，水分浓度低于 2 ppm，氮气干残留量 $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ 。

5.7 CPM 滤膜：尺寸与 CPM 滤膜固定器（滤膜夹）匹配，应满足如下要求：

a) 最大期望流速下，对于粒径 $0.3\mu\text{m}$ 的标准粒子，滤膜的捕集效率应大于 99.5%（低于 0.5% 穿透力），对于粒径 $0.6\mu\text{m}$ 的标准粒子，滤膜的捕集效率应大于 99.9%（低于 0.1% 穿透力）。

b) 选择石英或聚四氟乙烯等不与待测物质发生反应的材质，在最大的采样温度下应保持热稳定，并避免质量损失，CPM 干残留量 $\leq 0.5 \text{ mg}$ 。

5.8 FPM 滤筒（滤膜）：石英材质，对 $0.3 \mu\text{m}$ 标准粒子的捕集效率大于 99.5%。

6 仪器和设备

6.1 CPM 采样主机：应具备等速采样功能。废气压力、流速、温度等测定和控制应符合 GB/16157、HJ/T 48 等相关要求。

6.2 采样泵：具有较强的抗负压能力，流量范围为 $1\sim 70\text{L/min}$ ，采样泵泵速可根据采样工况自动调节运转。

6.3 采样延伸杆与内衬：内衬应为玻璃或聚四氟乙烯材质，采样时管内温度保持 $120^\circ\text{C}\sim 134^\circ\text{C}$ 间。

6.4 皮托管 1 套，长度配套采样延伸杆，S 型皮托管。

6.5 冷凝管：蛇形冷凝管。

6.6 冲击瓶（硅酸盐玻璃材质）：短头式水凝结冲击瓶（简称 D 瓶）、GS 冲击瓶（其吸收管末端内径 1.3 cm，距冲击瓶底部 1.3 cm，简称 B 瓶）、水气捕捉瓶（简称 M 瓶）及硅胶捕捉瓶（简称 S 瓶）。

6.7 CPM 滤膜固定器（滤膜夹）：材质可为玻璃、不锈钢（316L 或同级材质）等。可装载直径 47 毫米或其他尺寸的滤膜（5.7），滤膜夹包含聚四氟乙烯材质密封垫圈、可装载滤膜的不锈钢、陶瓷或聚四氟乙烯材质滤膜支撑体及另一侧聚四氟乙烯材质密封垫圈，配备热电偶。

6.8 热电偶：与气体接触部分材质为不锈钢或包裹聚四氟乙烯的其他材质，示值偏差不应大于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

6.9 长杆冲击瓶内管（硅酸盐玻璃材质）：当进行采样管线氮气净化时，需要将水凝结冲击瓶（D 瓶）中的短杆替换成长杆。

- 6.10 冷凝系统：商业化自动冷凝机，冷却效果可满足 CPM 滤膜温度保持在 20°C~30°C 范围内，硅胶捕捉瓶出口温度保持 20°C~30°C。
- 6.11 采样器配件：配主机控制软件的工作电脑，一体化信号线、硅胶管、打印纸和运输箱等。
- 6.12 氮气净化管路：使用惰性管线与接头，0.6 cm 管径，减压阀和连接件。
- 6.13 氮气过滤器：内衬滤膜（5.7）
- 6.14 转子流量计：测量流量最高可达 70 L/min，精密度须达±2.5%。
- 6.15 滤膜盒：不锈钢或铝合金材质，配温度计，可测量并显示滤膜盒内温度。
- 6.16 萃取管：50ml，玻璃或聚四氟乙烯材质。
- 6.17 称重器皿：玻璃蒸发瓶、内衬聚四氟乙烯烧杯或铝材质称重器皿，50 ml。
- 6.18 玻璃烧杯：300 ml 到 500 ml。
- 6.19 分液漏斗：1L。
- 6.20 加热装置：加热板。
- 6.21 干燥器：内含无水硫酸钙干燥器，可维持容器中相对湿度低于 10 %。
- 6.22 分析天平：十万分之一天平，可称至 0.00001 g（0.01 mg）。
- 6.23 超声波震荡槽：超声波频率需至少达 20 kHz，深度符合样品萃取管（约 10 至 16cm）的尺寸要求。
- 6.24 样品容器：500ml 或 1000ml 配螺纹盖棕色玻璃瓶，用于样品和空白样品盛装，CPM 残留物不超过 0.1 mg。
- 6.25 洗瓶：PE 材质，盛装试剂水或溶剂，CPM 残留物不可超过 0.1mg。
- 6.26 烟气参数测定仪：可监测 O₂、NO_x、SO₂、CO₂、湿度、烟温等烟气参数。

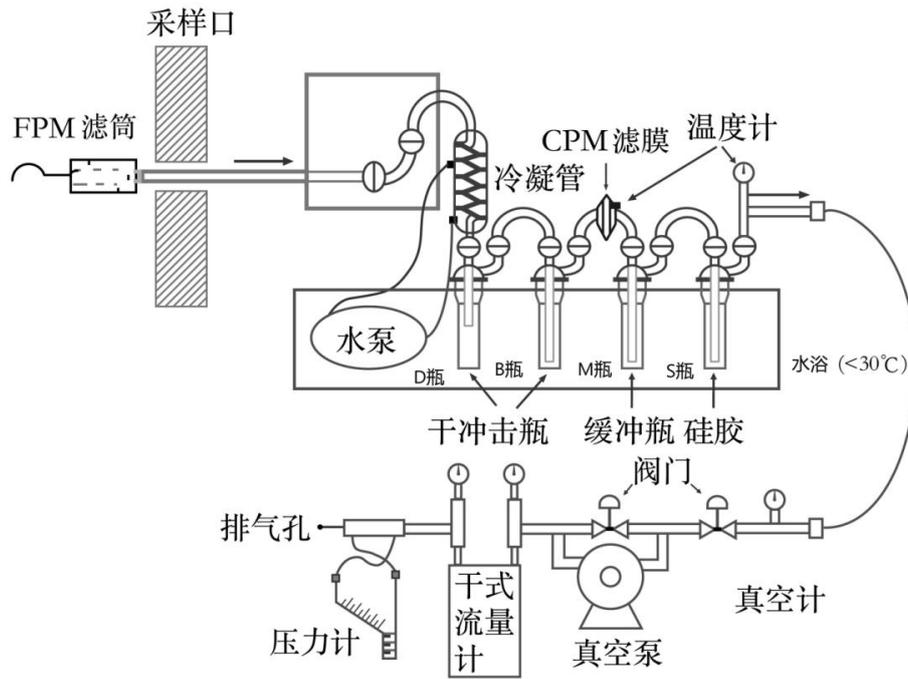


图 1 固定污染源废气 CPM 采样装置

7 采样与保存

7.1 采样前准备

在采集与分析样品前，应依次以自来水、去离子水、丙酮、己烷润洗采样需要的所有玻璃器皿、采样延伸杆内衬管，清洗后的玻璃器皿采样前须以 300°C 烘箱烘 6 小时。采样前还应分析实验室试剂空白(含试剂水、丙酮与己烷)，确认样品空白符合要求。

应按照 GB/T 16157 的要求测量烟气温度、含氧量、 NO_x 、 SO_2 、 CO_2 、含湿量等参数。

7.2 采样位置和采样点

选择适当采样位置，对于圆形烟道，应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向 ≥ 4 倍烟道直径，以及距上述部件上游方向 ≥ 2 倍烟道直径处。当实际条件不能满足要求时，采样孔应选在较长的直段烟道上，与弯头或变径处的距离不得小于烟道当量直径的 1.5 倍，并适当增加采样点数量。矩形烟道，其当量直径 $D=2A \cdot B / (A+B)$ ，式中 A、B 为边长。

采样孔内径应不小于 90cm，在采样孔的正下方约 1.5 米处设置长宽均不小于 2 m 的带护栏(高度 $\geq 1.0\text{m}$)的安全监测平台，并设置独立配电箱，配置三个电源(220V)插孔，以便放置采样设备和进行采样操作。

7.3 采样系统准备

在滤膜夹中放入尺寸合适的滤膜(5.7)，水气捕捉瓶(M 瓶)内装 100 ml 的超纯水，

将 200 克~300 克硅胶（5.2）装至硅胶捕捉瓶（S 瓶）中，将热电偶（6.8）分别安装在滤膜夹和硅胶捕捉瓶末端相应位置。短头式水凝结冲击瓶（D 瓶）、GS 冲击瓶（B 瓶）应放入水浴槽中（水浴温度能保证废气在滤膜夹中的温度低于 30℃），在采样开始前，D 瓶和 B 瓶内不应有水分或任何试剂残留。

7.4 样品采集

7.4.1 预测烟气流速，以确定采样嘴大小。

7.4.2 采样前测漏

按照图 1 连接好采样装置后，检查气密性。泄漏率不大于 $0.00057 \text{ m}^3 / \text{min}$ （也可以根据仪器说明书要求，进行气密性检查），记录测试数据于现场采样表格中。当 FPM 样品不需要分析时，也可以采用图 3 的设备连接方式。

7.4.3 测量烟气含氧量、含湿量，并输入电脑工作软件。

7.4.4 将适量的循环冷凝水倒入水箱，并开启制冷和循环泵开关，待温度达到要求后，采样嘴背对气流方向将采样管插入烟道，封闭采样孔，将采样嘴对准气流方向（其与气流方向偏差不得大于 10 度），开启采样泵，全程等速采样，跟踪率控制在 $\pm 10\%$ 范围内。

注意：①采样过程中，须监测水气在水凝结冲击瓶（D 瓶）与 GS 冲击瓶（B 瓶）中凝结的程度，如果 D 瓶水位超过一半容积或淹没 GS 冲击瓶（B 瓶）的长头，必须停止采样，更换冲击瓶之后再行测漏程序才可继续进行采样，且样品必须快速地进行氮气净化程序（按照 7.4.6 要求）。②在样品采集过程中，维持 CPM 滤膜温度在 $20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 间。

7.4.5 采样管/采样系统组件测漏(采样后测漏)：样品采集完成后，按照 7.4.2 要求进行气密性检查。

7.4.6 采样完成后氮气净化：采样后测漏完成且通过后，尽快将 FPM 滤筒（滤膜）与采样延伸杆、CPM 采样系统、水气捕捉瓶及硅胶捕捉瓶分开。采用正压净化法去除冷凝水中 SO_2 。在吹拂过程中，氮气必须先经滤膜过滤后才能进行氮气净化。使用正压氮气吹拂时，可选择直接吹拂整个 CPM 采样系统(从冷凝管的入口到 CPM 滤膜固定器出口)，或将冷凝管与水凝结冲击瓶（D 瓶）中的水集中至 GS 冲击瓶（B 瓶）中，然后仅吹拂 GS 冲击瓶（B 瓶）及 CPM 滤膜固定器。具体连接方法见图 2。

a. 如果选择直接吹拂整个 CPM 采样系统，则必须将水凝结冲击瓶（D 瓶）中的短杆内管替换成改良式冲击瓶长杆内管。

b. 如果选择将冷凝管与水凝结冲击瓶（D 瓶）中的水集中至 GS 冲击瓶（B 瓶）中，则必须吹扫 GS 冲击瓶（B 瓶）及 CPM 滤膜固定器。

c. 如果 GS 冲击瓶 (B 瓶) 吸收管末端没有没入水面, 则必须额外添加超纯水 (残余物低于 1 mg/L), 使吸收管末端没入水面下至少 1 cm。

注: ① 超纯水应先进行氮气吹拂 15 分钟以上, 以去除溶解在水中氧气。

② 在吹拂时应慢慢增加氮气钢瓶压力以避免冲击瓶内压力过大。流量应控制在约每分钟约 14 升并吹拂最少一小时, 在吹拂结束后关闭氮气输送系统。

③ 在氮气净化过程中, 持续运转冷凝器循环水泵, 保持被吹拂系统的氮气排放至 CPM 滤膜出口端的温度在 20 °C~30 °C 间。

如果在 CPM 滤膜前方没有水份被捕集, 则可以省略氮气净化过程并直接进行样品回收 (如步骤 7.4.7)。

7.4.7 样品回收: 回收 FPM 样品后, 再进行 CPM 样品回收。CPM 样品回收步骤如下所示:

1) CPM 容器#1 (冲击瓶内水溶液): 将 CPM 滤膜前方的水凝结冲击瓶 (D 瓶) 与 GS 冲击瓶 (B 瓶) 内水倒入干净样品容器 (6.24), 用试剂水冲洗采样管延伸管、冷凝器、冲击瓶、连接玻璃器皿及 CPM 固定器前半部。冲洗水一同装入 “CPM 容器 #1”, 并标记容器液位。

2) CPM 容器#2 (有机冲洗液): 以丙酮冲洗采样管延伸管、连接玻璃器皿及 CPM 固定器前半部等, 收集丙酮冲洗液, 倒入干净样品容器 (6.24), 于容器外标注 “CPM 容器 #2, 有机冲洗收集液”, 然后使用己烷重复上述冲洗步骤两次, 收集己烷冲洗液于 “CPM 容器 #2” 中, 并标记容器液位。

3) CPM 容器 #3 (CPM 滤膜样品): 小心使用镊子及干净的一次性手套, 将滤膜从固定器中移至滤膜盒 (6.15) 中, 标注 “CPM 容器 #3, CPM 滤膜样品”。

注: ① 硅胶瓶 (S 瓶) 内硅胶倒入原来保存硅胶所使用的容器, 经处理后可重复使用。

4) CPM 容器 #4 (丙酮现场试剂空白): 从用于样品回收的干净丙酮盛装瓶中取出约 200 ml 丙酮, 置于干净样品容器 (6.24), 于容器外标注 “CPM 容器#4, 丙酮现场试剂空白”, 并标记容器液位。测试中如有多瓶丙酮冲洗液, 可任意择一瓶丙酮作为现场试剂空白。

5) CPM 容器 #5 (试剂水现场试剂空白): 从用于冲洗的洗瓶 (6.25) 中取出约 200 ml 去试剂水, 置于干净样品容器 (6.24), 容器外标注 “CPM 容器#5, 试剂水现场试剂空白”, 并标记容器液位。采样过程中如有多瓶试剂水冲洗液, 可任意选择一瓶试剂水当为现场试剂空白。

6) CPM 容器#6 (己烷现场试剂空白): 从用于样品回收的干净己烷冲洗瓶中取出约 200ml 己烷冲洗液, 置于干净样品容器 (6.24), 容器外标注 “CPM 容器 #6 己烷现场试

剂空白”，并标记容器液位。测试中如有多瓶己烷冲洗液，可任意选择一瓶己烷作为现场试剂空白。

7) CPM 容器#7 (现场采样程序回收无机物空白)：在采样开始前，以试剂水冲洗采样管延伸管、冷凝器、各冲击瓶、连接玻璃器皿与 CPM 滤膜固定器前半部共两次。收集试剂水冲洗液，倒入干净样品容器 (6.24)，于容器外标注“CPM 容器 #7, 现场采样程序无机物空白”，并标记容器液位。

8) CPM 容器#8 (现场采样程序回收有机物空白)：制备完成 CPM 容器#7 后，接着以丙酮同样冲洗采样管延伸管、冷凝器、各冲击瓶、连接玻璃器皿与 CPM 滤膜夹前半部。收集丙酮冲洗液，倒入干净样品容器 (6.24)，于容器外标注“CPM 容器#8, 现场采样程序有机物空白”，然后使用己烷重复上述冲洗步骤两次，收集己烷冲洗液于“CPM 容器 #8”中，并标记容器液位。

7.4.8 样品运送：所有样品容器在运送过程中必须全程均保持直立，温度须全程保持在 30 °C 以下。样品交接与分析前，查看样品是否完好，对于液体样品，需检查液位是否发生变化。

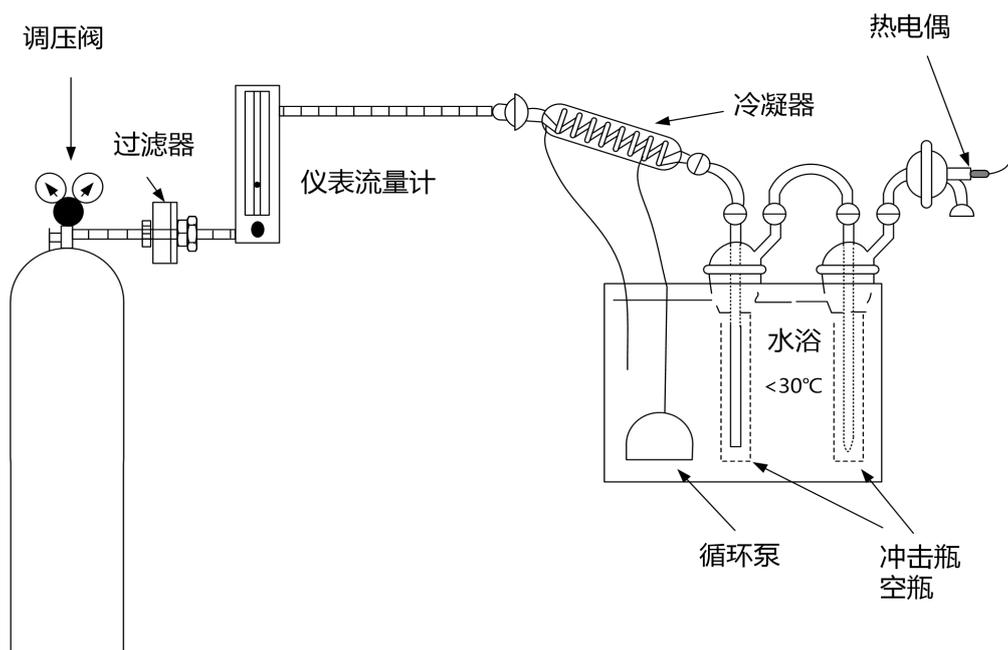


图 2 正压氮气吹拂配置图

8 样品分析

8.1 萃取滤膜中水溶性 CPM: 将滤膜对折成 1/4 并置于 50 ml 萃取管中 (6.16), 加入试剂水 (5.1) 至覆盖滤膜 (约 10 ml), 将萃取管置于超声波震荡槽至少持续震荡 2 分钟, 将萃取液倒入 “CPM 容器 #1”, 再重复上述步骤两次 (总共萃取 3 次)。

8.2 萃取滤膜中有机 CPM: 完成上述步骤后, 加入己烷至覆盖滤膜 (约 10 ml), 将萃取管置于超声波震荡槽至少持续震荡 2 分钟, 将萃取液倒入 “CPM 容器#2”, 再重复上述步骤两次 (总共萃取 3 次)。

8.3 萃取 CPM 容器 #1 中有机物: 将容器 #1 内样品转入分液漏斗 (6.19) 中, 加入 30 ml 己烷并充分震荡萃取, 将上层有机相溶液转移至容器#2, 再重复上述步骤两次 (总共萃取 3 次)。每次萃取完毕保留少许己烷于分液漏斗中, 确保水分不会被有机相收集。最终收集三次己烷萃取液约 90 ml 于容器#2 中。

8.4 测量无机物重量: 将分液漏斗中水样倒入 500 mL 或更小的干净烧杯 (6.18) 中, 利用加热板将水溶液蒸发至不小于 10 mL, 接着将烧杯中溶液倒入一个 50 mL 干净已称重的称重器皿 (6.17) 中, 然后置于恒温恒湿室干燥 (室温不可超过 30°C) 至近干。将已干燥称重器皿置入内含无水硫酸钙的干燥器 (6.21) 持续 24 小时后, 接着间隔 6 小时称重至恒重 (记为 m_r , 已扣除恒重器皿重量, 前后二次重差 ≤ 0.10 mg), 将结果 (精确至 0.01 mg) 记录至 CPM 记录表中。

8.5 分析 CPM 容器#2 中有机物质: 将容器 #2 内样品倒入干净烧杯 (6.18) 中, 将烧杯置于实验室抽气罩中蒸发至不少于 10 ml (不可超过 30°C), 接着将烧杯中溶液倒入一个 50 ml 干净已称重器皿 (6.17) 中, 置于实验室抽气罩中室温干燥 (不可超过 30°C) 至近干。将已干燥器皿置入内含无水硫酸钙的干燥箱持续 24 小时后, 接着执行间隔 6 小时称重至恒重 (记为 m_s , 已扣除恒重器皿重量, 前后二次重差 ≤ 0.10 mg), 将结果 (精确至 0.01 mg) 记录至 CPM 记录表中。

8.6 分析 CPM 容器 #4 丙酮现场试剂空白: 取 150 ml 容器#4 中丙酮倒入干净烧杯 (6.18) 中, 将烧杯置于实验室抽气罩中室温干燥 (不可超过 30°C) 至 10 ml 左右, 接着将烧杯中溶液倒入一个 50 ml 干净已称重器皿 (6.17) 中, 置于实验室抽气罩中干燥 (不可超过 30°C) 至近干。将已干燥器皿置入内含无水硫酸钙的干燥箱持续 24 小时后, 接着间隔 6 小时称重至恒重 (记为 m_{orba} , 已扣除恒重器皿重量, 前后二次重差 ≤ 0.10 mg), 将结果 (精确至 0.01 mg) 记录至 CPM 记录表中。

8.7 分析 CPM 容器#5 试剂水现场试剂空白：取 150 ml 容器 #5 中试剂水倒干净烧杯中（6.18），将烧杯置于 105 °C 加热板将水溶液蒸发至 10 ml 左右，接着将烧杯中溶液倒入一个 50 ml 干净已称重器皿（6.17）中，置于实验室抽气罩中室温干燥（不可超过 30°C）至近干。将已干燥器皿置入内含无水硫酸钙的干燥箱持续 24 小时后，接着间隔 6 小时称重至恒重（记为 m_{irbw} ，已扣除恒重器皿重量，前后二次重差 ≤ 0.10 mg），将结果（精确至 0.01mg）记录至 CPM 记录表中。

8.8 分析 CPM 容器 #6 己烷现场试剂空白：取 150 ml 容器#6 中己烷倒入 250 ml 干净烧杯中，将烧杯置于实验室抽气罩中干燥（不可超过 30°C）至 10 ml 左右，接着将烧杯中溶液倒入一个 50 ml 干净已称重器皿中，置于实验室抽气罩中室温干燥（不可超过 30°C）至近干。将已干燥器皿置入内含无水硫酸钙的干燥箱持续 24 小时后，接着执行间隔 6 小时称重至恒重（记为 m_{orb} ，已扣除恒重器皿重量，前后二次重差 ≤ 0.10 mg），将结果（精确至 0.01mg）记录至 CPM 记录表中。

8.9 按照相同的操作步骤，分别分析 CPM 容器#7 现场采样程序回收无机物空白质量 m_{ib} 和 CPM 容器#8 现场采样序列回收有机物空白 m_{ob} 。

9 结果处理

9.1 分析数据为国际单位制（SI 单位），符号解释：

C_{cpm} = 标准状态下，CPM 干基浓度(mg/Nm^3)

m_{cpm} = 总可凝结颗粒物（TCPM）重量，mg。

m_i = 无机可凝结颗粒物重量，mg。

m_o = 有机可凝结颗粒物重量，mg。

m_r = 未扣除现场采样程序回收空白的无机可凝结颗粒物重量，mg。

m_s = 未扣除现场采样程序回收空白的有机可凝结颗粒物重量，mg。

m_{ib} = 现场采样程序回收空白无机可凝结颗粒物重量，mg。

m_{ob} = 现场采样程序回收空白有机可凝结颗粒物重量，mg。

m_{fb} = 现场采样程序回收空白总可凝结颗粒物重量，mg。

m_{orba} = 丙酮试剂现场空白残留物重量，mg。

m_{irbw} = 去离子超纯水现场试剂空白残留物重量，mg。

m_{orbh} = 己烷试剂现场空白残留物重量，mg。

V_{mstd} = 干式气体流量计测得样品标况体积。

V_p = 氮气吹拂步骤中加入水量, ml。

9.2 结果为国际单位制 (SI 单位), 符号解释:

1. 无机可凝结颗粒物重量, 根据公式 1 计算:

$$m_i = m_r - m_{ib} \dots \dots \dots \text{(公式 1)}$$

2. 有机可凝结颗粒物重量, 根据公式 2 计算:

$$m_o = m_s - m_{ob} \dots \dots \dots \text{(公式 2)}$$

3. 现场采样程序回收空白残留物重量, 根据公式 3 计算:

$$m_{fb} = m_{ib} + m_{ob} \dots \dots \dots \text{(公式 3)}$$

4. 总可凝结颗粒物重量, 根据公式 4 计算:

$$m_{cpm} = m_i + m_o \dots \dots \dots \text{(公式 4)}$$

5. 标准状态下, CPM 干基浓度, 根据公式 5 计算:

$$C_{cpm} = m_{cpm}/V_{m(std)} \dots \dots \dots \text{(公式 5)}$$

6. 标准状态下, 无机 CPM 干基浓度, 根据公式 6 计算:

$$C_{icpm} = m_{icpm}/V_{m(std)} \dots \dots \dots \text{(公式 6)}$$

7. 标准状态下, 有机 CPM 干基浓度, 根据公式 7 计算:

$$C_{ocpm} = m_{ocpm}/V_{m(std)} \dots \dots \dots \text{(公式 7)}$$

10 质量控制与保证

10.1 实验室分析天平经校准, 使用前用与被称物重量相近的可溯源砝码进行校正。

10.2 实验室试剂空白: 使用空白试剂水、丙酮和己烷进行现场样品回收和分析前, 每批试剂至少分析一个样品 (150 ml 以上), 实验室试剂空白残留须控制在 0.1mg 以内。

10.3 现场试剂空白: 现场样品回收时, 至少使用一次空白去离子水、丙酮和己烷来进行现场试剂空白验证, 现场试剂空白残留须控制在 0.1mg 以内。

10.4 现场采样程序回收空白: 每个固定污染源废气排放烟道至少制作一组现场采样程序回收空白样品, 需在第一次或第二次采样后进行, 现场采样程序回收空重量白 (有机和无机组分重量和) 须控制在 2mg 以内, 否则需要重新采样。

10.5 热电偶校正: 采样延伸管、滤膜固定器等处的热电偶须经过校准, 且每半年须使用认证实验室参考温度计在预期温度范围内对每一个热电偶温度计进行至少三点校正。

附录 A(资料性附录)

A.1 固定污染源废气中总颗粒物（可过滤颗粒物+可凝结颗粒物）采样原始记录表（参考）

监测任务编号: _____ 监测因子: _____ 方法依据: _____ 采样日期: _____ 仪器型号及编号: _____
 采样嘴直径: _____ mm 烟气温度: _____ °C 烟气含湿量: _____ % 烟气含氧气: _____ % 环境温度: _____ °C 大气压: _____ kPa
 管道类型: _____ 套管长度: _____ 管道尺寸: _____ 测点数量: _____ 测点距烟道内壁距离: _____

断面名称	断面面积 m ²	FPM 滤筒编号	样品总编号 (滤膜、冷凝水、空白)	采样时间 (分钟/点×采样点数)	烟气动压 Pa	烟气静压 kPa	烟气全压 kPa	采样体积 L	标况体积 L	计前压力 kPa	计前温度 °C	烟气流速 m/s	标干烟气流量 m ³ /h	采样时段	备注
备注:	1、生产负荷:								7、GS 冲击瓶 (B 瓶) 吸收管末端是否没入水面: <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 否则需要补充经氮气吹扫过的试剂水。						
	2、燃料: <input type="checkbox"/> 燃煤 <input type="checkbox"/> 柴油 <input type="checkbox"/> 其他_____								8、氮气吹拂流量_____L/min、吹拂时间_____min。						
	3、采样前系统泄漏测试: _____, <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 通过。								9、采样及氮吹过程水浴冷却装置中冷却水温度:						
	4、采样过程温度控制 (可以为温度范围): 烟枪温度: _____ °C; 滤膜固定器温度: _____ °C; S 瓶出口温度: _____ °C。								10、样品保存情况: <input type="checkbox"/> 低温冷藏 <input type="checkbox"/> 避光运输 <input type="checkbox"/> 直立放置						
	5、采样后系统泄漏测试: _____, <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 通过。								11、样品回到实验室检查: CPM 容器是否正常 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否						
	6、CPM 容器登记: <input type="checkbox"/> CPM 容器#1, <input type="checkbox"/> CPM 容器#2, <input type="checkbox"/> CPM 容器#3, <input type="checkbox"/> CPM 容器#4, <input type="checkbox"/> CPM 容器#5, <input type="checkbox"/> CPM 容器#6, <input type="checkbox"/> CPM 容器#7, <input type="checkbox"/> CPM 容器#8。								备注:						

采样: _____ 复核: _____ 审核: _____ 企业代表: _____ 第 _____ 页 共 _____ 页

A. 2 CPM 分析与结果计算记录表（参考）

监测任务编号: _____ 方法依据: _____ 分析日期: _____
 仪器型号及编号: _____ 环境温度: _____ °C 大气压: _____ kPa

样品总体编号: _____					
CPM 容器编号	分析数据代表符合	恒重后重量 (mg)	质量控制要求	是否合格	
CPM 容器 #1	m_r		/	/	
CPM 容器 #2	m_s		/	/	
CPM 容器 #4	m_{orba}		$\leq 0.1\text{mg}$		
CPM 容器 #5	m_{irbw}		$\leq 0.1\text{mg}$		
CPM 容器 #6	m_{orbh}		$\leq 0.1\text{mg}$		
CPM 容器 #7	m_{ib}		$m_{ib} + m_{ob} \leq 2.0\text{mg}$		
CPM 容器 #8	m_{ob}				
计算结果	$m_i = m_r - m_{ib}$	$m_o = m_s - m_{ob}$	$m_{fb} = m_{ib} + m_{ob}$	$m_{cpm} = m_i + m_o$	
	$C_{cpm} = m_{cpm} / V_{m(std)}$		$C_{icpm} = m_{icpm} / V_{m(std)}$		$C_{ocpm} = m_{ocpm} / V_{m(std)}$

分析: _____ 复核: _____ 审核: _____ 第 _____ 页 共 _____ 页

A. 3 本方法指南参考文献

美国环保署方法 202（2016 年 3 月版）（EPA Method 202, March 2016） 固定污染源排放可凝结颗粒物的测定 干式冲击采样器法（DRY IMPINGER METHOD FOR DETERMINING CONDENSABLE PARTICULATE EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES）

A. 4 装置示意图

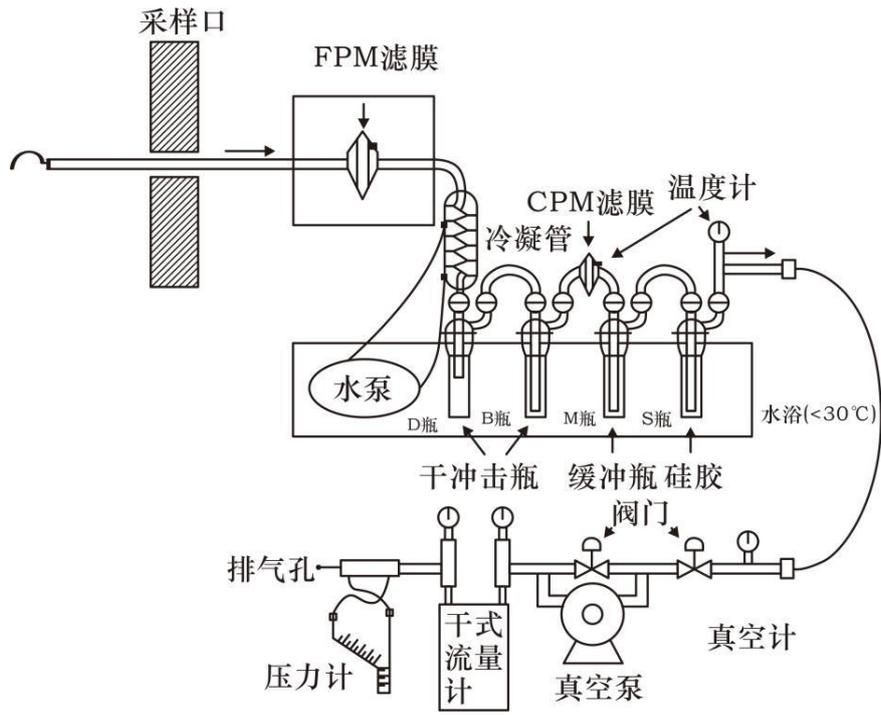


图3 烟道外采集 FPM 的固定污染源废气总颗粒物采样装置