

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1351—2024

环境空气 颗粒物来源解析 基于手工 监测的受体模型法技术规范

Ambient air—Source apportionment on particulate matter—Technical
specification for method with receptor models based on manual monitoring

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2024-02-18 发布

2024-05-01 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.....	2
4 工作程序.....	3
5 方案制定.....	5
6 基本情况调查.....	5
7 污染源和环境空气质量调查.....	5
8 环境受体和污染源颗粒物监测.....	6
9 环境受体成分库和源成分谱库的构建分析.....	9
10 模型计算.....	10
11 综合解析评估.....	10
12 报告编制.....	10
13 质量保证和质量控制.....	10
附录 A（资料性附录） 环境空气颗粒物来源解析工作方案编制要求.....	12
附录 B（资料性附录） 一次颗粒物排放源分类.....	13
附录 C（资料性附录） 颗粒物分析项目及标准方法.....	14
附录 D（资料性附录） 颗粒物主要源类标识组分.....	15

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，规范基于手工监测的受体模型法环境空气颗粒物来源解析工作，制定本标准。

本标准属于环境空气颗粒物来源解析系列标准之一，规定了基于手工监测的受体模型法环境空气颗粒物来源解析技术方法。

本标准的附录 A～附录 D 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部大气环境司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站、山东省济南生态环境监测中心、福建省福州环境监测中心站、南开大学。

本标准生态环境部 2024 年 2 月 18 日批准。

本标准自 2024 年 5 月 1 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 基于手工监测的受体模型法技术规范

1 适用范围

本标准规定了基于手工采样-实验室分析-受体模型法的环境空气颗粒物来源解析（简称“颗粒物来源解析”）工作主要环节的技术要求，包括方案制定、基本情况调查、污染源和环境空气质量调查、环境受体和污染源颗粒物监测、环境受体成分库和源成分谱库的构建分析、模型计算、综合解析评估、报告编制、质量保证和质量控制等内容。

本标准适用于城市颗粒物来源解析工作。其他区域（如农村、背景地区等）可参照本标准执行。

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 3847	柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）
GB 18285	汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）
GB 18352.6	轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）
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 166	土壤环境监测技术规范
HJ 194	环境空气质量手工监测技术规范
HJ/T 393	防治城市扬尘污染技术规范
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范
HJ 618	环境空气 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的测定 重量法
HJ 630	环境监测质量管理技术导则
HJ 646	环境空气和废气 气相和颗粒物中多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法
HJ 647	环境空气和废气 气相和颗粒物中多环芳烃的测定 高效液相色谱法
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 657	空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
HJ 664	环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）
HJ 777	空气和废气 颗粒物中金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
HJ 799	环境空气 颗粒物中水溶性阴离子（F ⁻ 、Cl ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻ ）的测定 离子色谱法
HJ 800	环境空气 颗粒物中水溶性阳离子（Li ⁺ 、Na ⁺ 、NH ₄ ⁺ 、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ ）的测定 离子色谱法
HJ 829	环境空气 颗粒物中无机元素的测定 能量色散 X 射线荧光光谱法
HJ 830	环境空气 颗粒物中无机元素的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法
HJ 836	固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法
HJ 1352	环境空气 颗粒物来源解析 基于手工监测的受体模型法监测数据处理与检验

HJ 1351—2024

技术规范

HJ 1353	环境空气	颗粒物来源解析	正定矩阵因子分解模型计算技术指南
HJ 1354	环境空气	颗粒物来源解析	化学质量平衡模型计算技术指南

《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》（监测函〔2020〕8号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

环境受体 ambient receptor

受到污染源排放影响的环境空气，简称受体。

3.2

颗粒物排放源 particulate matter emission sources

向大气环境排放颗粒物及其气态前体物的污染源。

3.3

气态前体物 gas precursor

在大气环境中可经过大气化学反应，气固（液）转化形成颗粒物的气态污染物，常见的气态前体物有二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物、氨气等。

3.4

固定源 stationary sources

燃煤、燃油、燃气的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环境中排放的污染源。

3.5

移动源 mobile sources

由发动机牵引、能够移动并向大气环境排放废气的各种客运、货运交通设施和机械设备。

3.6

开放源 open sources

露天环境中无组织、无规则地向大气环境排放废气的污染源，具有源强不确定、排放随机等特点。

3.7

一次颗粒物 primary particulate matter

污染源直接排放到大气环境中的颗粒物，又称一次粒子。

3.8

二次颗粒物 secondary particulate matter

排放到大气环境中的气态污染物经过大气化学反应，气固（液）转化形成的颗粒物，又称二次粒子。

3.9

污染源标识组分 source chemical tracer

污染源化学成分谱中对该源类有指示作用的一种或多种颗粒物化学组分，又称示踪组分。污染源标识组分是区别该源类与其他源类的重要标识物，每种污染源有各自的标识组分。

3.10

污染源化学成分谱 source chemical profile

特定污染源类别排放的相对稳定的颗粒物化学组分信息（g/g），简称源成分谱。源成分谱需包含该类污染源的标识组分。

3.11

受体化学组成 ambient receptor chemical composition

环境空气颗粒物样品的化学组分及其浓度或占比。

3.12

环境空气颗粒物来源解析 source apportionment on ambient particulate matter

通过化学、物理学、数学等方法定性或定量识别环境受体中不同粒径颗粒物的排放来源，简称颗粒物来源解析。

3.13

正定矩阵因子分解模型 positive matrix factorization model (PMF)

将样本数据的 X 矩阵分解为因子贡献 G 矩阵和因子谱 F 矩阵，对因子谱 F 矩阵进行识别，并定量计算样本的因子贡献的一种多元因子分析类模型。

3.14

化学质量平衡模型 chemical mass balance model (CMB)

一种“源已知”类受体模型，即模型需要输入源成分谱的数据，通过在污染源和受体之间建立质量平衡关系来构建线性方程组，利用有效方差最小二乘的迭代计算方法得出各污染源对受体的贡献值。

4 工作程序

基于手工监测的受体模型法颗粒物来源解析工作程序见图 1。首先编制颗粒物来源解析工作方案，依次开展基本情况调查、污染源和环境空气质量调查、环境受体和污染源颗粒物监测、源成分谱库和环境受体成分库构建分析、模型计算等工作，进行颗粒物来源综合解析，分析主要污染来源，提出颗粒物污染防治对策和建议，最后编制颗粒物来源解析报告。

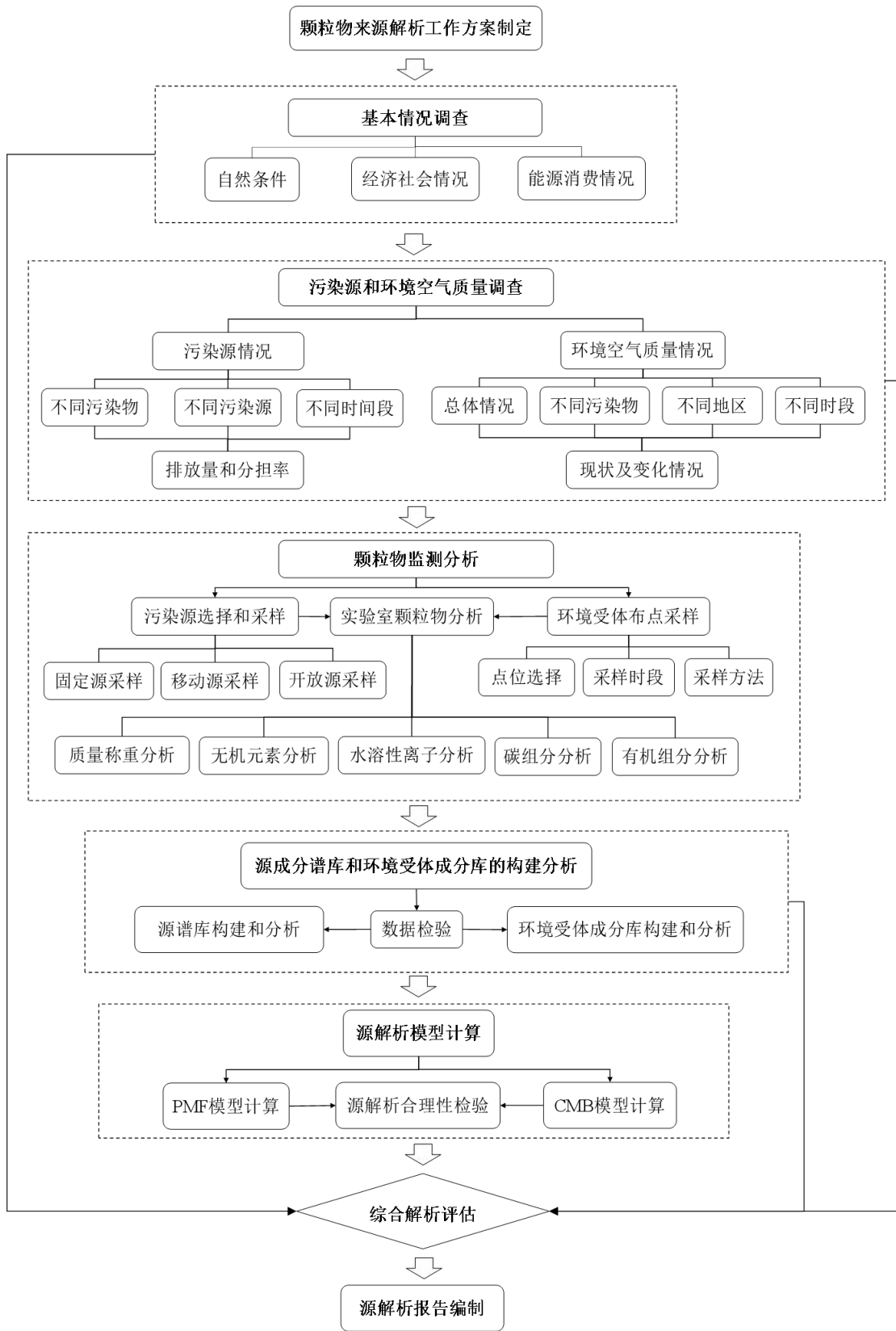


图 1 基于手工监测的受体模型法颗粒物来源解析工作程序

5 方案制定

方案制定主要包括任务背景、技术路线、工作内容及技术方法、组织形式与人员分工、项目进度安排及预期成果、质量保证和质量控制、经费预算等，具体编制要求参见附录 A。

6 基本情况调查

6.1 自然条件

6.1.1 调查城市地理位置及地貌特点。

6.1.2 收集城市近五年基于标准气象站的气温、湿度、风向、风速、降水量、大气能见度、大气边界层厚度等数据，以及极端天气等相关的气象历史数据，分析气象条件的现状及总体变化趋势、季节性变化趋势等。

6.1.3 根据自然条件的特点，综合分析自然因素对城市环境空气质量的影响。

6.2 经济社会情况

6.2.1 收集城市近五年的人口历史数据，分析人口数量和结构现状及变化趋势。

6.2.2 收集城市近五年的经济历史数据，包括城市国内生产总值（GDP），第一产业、第二产业、第三产业比重和增加值等指标，分析城市 GDP 和产业结构现状及变化趋势。

6.2.3 收集城市近五年的机动车、船舶、非道路车辆等移动源保有量历史数据，包括移动源类型及保有量、燃料种类、排放标准、环保标志与各类移动源使用频次等情况，分析现状及变化趋势。

6.2.4 收集城市近五年的城镇化率、城市建成区绿化覆盖率、森林覆盖率、裸露土地面积、城市建设面积、道路面积及房屋建筑施工面积等历史数据，分析城市建设现状及变化趋势。

6.3 能源消费情况

6.3.1 收集城市近五年的各类能源消耗历史数据，包括煤炭、天然气、汽油、柴油等，分析能源消耗结构和来源分布等的现状及变化趋势。

6.3.2 收集城市近五年的单位 GDP 能耗历史数据，分析城市能源利用效率情况现状及变化趋势。

6.3.3 收集城市近五年的工业能源消费和民用生活能源消费历史数据，重点分析工业能源消费中高能耗行业现状及变化趋势。

7 污染源和环境空气质量调查

7.1 污染源调查

7.1.1 收集城市最新的大气污染源排放清单，分析城市主要污染源类别以及排放情况、时空分布特征。

7.1.2 统计分析城市大气污染物（包括二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、PM₁₀、PM_{2.5}、挥发性有机物（VOCs）和氨气（NH₃）等）的排放量，计算不同污染物主要一次排放源的排放分担率。

7.1.3 统计分析各类污染源不同污染物的空间分布情况，确定主要污染源及污染物。统计分析城市重点排污单位的分布情况，按照污染物，分别确定重点源的排放量和分担率。

7.1.4 重点统计分析特定时间段（比如环境受体采样的时间段、重污染过程、采暖期/非采暖期）颗粒物及相关气态前体物的排放情况、特定污染源的不同污染物及细分污染源（如机动车的柴油车和汽油车）

排放情况。

7.2 环境空气质量调查

7.2.1 收集城市近五年首要污染物、达标率等以及特定人为活动事件（如采暖、烟花爆竹燃放）下的空气质量相关的历史数据，评价空气质量现状，分析空气质量总体变化趋势和首要污染物情况。

7.2.2 收集城市近五年的环境空气质量监测历史数据，包括 6 项污染物（SO₂、二氧化氮（NO₂）、PM₁₀、PM_{2.5}、臭氧（O₃）和一氧化碳（CO））浓度，以及其他相关数据（如降尘量、降水中阴阳离子（SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、NH₄⁺等）含量、VOCs 含量等），分析其时空变化特征。

7.2.3 计算近五年主要污染物浓度之间的比值（如 SO₂/NO₂、PM_{2.5}/PM₁₀ 等）、不同污染物相关性，分析其变化趋势特征，初步识别不同污染时段的主要污染源类别。

8 环境受体和污染源颗粒物监测

8.1 环境受体布点和采样

8.1.1 基本要求

根据当地颗粒物污染状况、自然条件和工作条件等，按照所采用的颗粒物来源解析技术方法的要求，制定环境受体采样方案。采集的样品要具有代表性，同时满足颗粒物组分分析要求和受体模型计算要求。

8.1.2 点位布设

8.1.2.1 原则上选择按 HJ 664 确定的环境空气质量自动监测点位作为环境受体采样点位。比较相关点位近两年环境空气 6 项污染物自动监测数据，经论证可合并的，可选择其一作为环境受体采样点位。

8.1.2.2 综合考虑工作目的、城市面积、城市功能区划分、人口密度、环境敏感程度、主导风向上下游以及经费情况等，依次优先从国家、省和市级环境空气质量自动监测点中选择确定环境受体采样点位。

8.1.3 采样时间

8.1.3.1 每个点位在春、夏、秋、冬四季分别进行采样，并且每个季节采集的有效样品数量不少于 25 个。

8.1.3.2 按实际情况选择进行均匀间隔采样（如每 3 天采样 1 次）或持续采样（如每个季节持续采样 1 个月），均匀间隔采样期间如遇污染天气可进行加密采样，持续采样时间之外如遇污染天气可增加采样时间。

8.1.3.3 对预报为中度及以上污染天气，监测频次按每天采样 1 次；对采暖、风沙、生物质燃烧等特殊影响的时期，监测频次按每天采样 1 次。

8.1.3.4 考虑颗粒物质量浓度、排放源的季节性变化特征及气象条件等，根据颗粒物监测的历史数据规律分析确定采样时段，应覆盖颗粒物质量浓度变化的波峰和波谷。

8.1.4 采样方法

8.1.4.1 采样方法参照 HJ 656、HJ 194、《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》执行。

8.1.4.2 受体样品的采集以日为单位，每日采样时长一般不少于 20 h，采样起止时间为整点时间。

8.1.4.3 根据颗粒物浓度等因素，可调整采样时长或每日采样数量。如当颗粒物浓度过低时，可连续采集两日（不少于 40 h）作为 1 个样品；当颗粒物浓度过高时，每日可分别采集昼间和夜间 2 个样品（各不少于 10 h）。

8.2 污染源选择和采样

8.2.1 基本要求

根据当地污染源调查情况（7.1）和工作条件等，结合所采用的颗粒物来源解析方法，确定污染源采样方案。污染源颗粒物采样需采集污染源排放到空气中较稳定存在的颗粒物，可利用特定装置（稀释通道采样装置、再悬浮采样装置等）进行采样。采集的污染源排放样品要具有代表性，满足颗粒物组分分析要求。

8.2.2 污染源分类

8.2.2.1 根据环境管理需求和污染程度，参考源清单（7.1.1）中的污染源分类方式，在满足受体模型解析方法的前提下，对城市一次颗粒物排放源进行分类。

8.2.2.2 颗粒物排放源一般分为燃煤源、移动源、扬尘、工业工艺过程源、其他源等一级污染源类别；颗粒物来源解析基础较好的城市可以根据实际增加污染源类别。

8.2.2.3 根据污染源调查情况（7.1），确定与本地颗粒物来源相关的主要污染源类别，并根据行业等划分为二级污染源类别，参见附录 B 中表 B.1；必要时，可对污染源进行三级污染源类别划分。

8.2.2.4 颗粒物污染源分别按照固定源、开放源和移动源的分类采样要求进行采样。

8.2.3 固定源采样

8.2.3.1 固定源选择

根据二级污染源类别划分，选择 2 个有代表性并在源清单（7.1.1）中该源类别排放量占比合计大于 60% 的污染源进行采样，当 2 个有代表性的二级污染源的排放量占比合计小于 60% 时，应适当增加同类污染源的采样。

8.2.3.2 固定源采样方法

8.2.3.2.1 每个污染源需至少采集 3 组有效样品；对于燃料或生产工艺等存在显著季节性变化的污染源，需要按季节分别采样。

8.2.3.2.2 固定源采样时，污染源应处于正常工况条件（即日常生产保持稳定的工况条件）。

8.2.3.2.3 优先选择稀释通道采样方法。如果受现场条件或设备条件限制，可采用烟道直接采样方法或再悬浮采样方法。相关方法参照 GB/T 16157、《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》等。

8.2.4 开放源采样

8.2.4.1 开放源选择

城市中开放源主要包括各类扬尘，如土壤扬尘、道路扬尘、施工扬尘等。根据城市扬尘清单（7.1.1），参照 HJ/T 393 的有关要求，对产生扬尘的场所和活动进行调查，识别与本地区颗粒物来源相关的主要扬尘类别。

8.2.4.2 扬尘布点采样方法

8.2.4.2.1 扬尘采样方法优先选择现场采集粗样品-实验室再悬浮采样的方法，即在现场采用铁锹（铲）、竹片、毛刷或吸尘器等收集相关扬尘的全粒径颗粒物，带回实验室采用再悬浮采样装置采集一定粒径大小的颗粒物样品。

HJ 1351—2024

8.2.4.2.2 土壤扬尘、道路扬尘、施工扬尘等的布点和现场采样要求参照《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》等。

8.2.4.2.3 实验室再悬浮采样方法参照《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》等。

8.2.4.2.4 扬尘现场采样应远离其他污染源或其他扬尘子源，减少不同源类之间的交叉影响。在实验室再悬浮采样过程中，要防止不同扬尘之间的交叉污染。对于扬尘不同子源的样品，甚至更细分的源类样品，样品采集和制备中应谨慎对待样品的混合。

8.2.5 移动源采样

8.2.5.1 移动源选择

根据城市移动源清单（7.1.1），识别与本地区颗粒物来源相关的主要移动源类别。

机动车是城市中对颗粒物贡献较大的移动源。根据所用燃料种类，可将机动车分为汽油车、柴油车等二级源类。根据应用场景，可进一步分为重型、中型、小型的卡车和客车，摩托车等。

必要时，可开展工程机械、农用机械、船舶等非道路移动源的采样。

8.2.5.2 移动源采样方法

优先选择稀释通道采样方法。对于机动车可选择在机动车排放检验机构、实际道路等开展，相关方法参照《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》。在机动车排放检验机构采样，参照 GB 3847、GB 18285、GB 18352.6 规定的工况要求进行采样。在实际道路采样，选择接近于车辆正常使用时的路况分别进行采样。

8.3 实验室颗粒物分析

8.3.1 基本要求

根据所采用的颗粒物来源解析方法的需求，以及当地污染源颗粒物组分特征，结合实际具备的监测分析条件，科学选择监测项目和分析方法。石英材质滤膜样品用于碳组分、有机物等分析，有机材质滤膜样品用于无机元素、水溶性阴阳离子等分析。

8.3.2 分析项目

8.3.2.1 基本项目包括颗粒物质量浓度、颗粒物无机元素、颗粒物水溶性阴阳离子、颗粒物碳组分；根据实际工作条件和提高颗粒物来源解析精度的需要，可增加补充项目。

8.3.2.2 颗粒物无机元素包括 Si、Al、Ca、Mg、Ti、Fe、Zn、Mn、Ba、Ni、Pb、Se、As、V、Cu 等。

8.3.2.3 颗粒物水溶性阴阳离子包括 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 F^- 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 等。

8.3.2.4 颗粒物碳组分包括有机碳（OC）和元素碳（EC）等。

8.3.2.5 补充项目主要包括各类有机物等，比如多环芳烃、左旋葡聚糖、正构烷烃、水溶性有机碳、有机酸、脂肪酸、甾醇类等。

8.3.3 分析方法

8.3.3.1 按照国家标准、行业标准、地方标准的优先次序选择基本项目和补充项目的分析方法，参见附录 C。

8.3.3.2 对于没有国家标准、行业标准、地方标准的项目，可采用国际标准、国外标准或研究建立的方法，经评估确认满足方法要求后使用。

8.3.3.3 污染源样品和环境受体样品各项目的样品前处理方法和检测方法应尽量保持一致，在使用时

需预先考察分析方法的性能和适用性。

9 环境受体成分库和源成分谱库的构建分析

9.1 数据检验

9.1.1 检查每一个颗粒物样品的分析结果，其中源标识组分不可缺失。对于非标识组分，如未检出，可用 1/2 检出限代替。

9.1.2 结合统计学方法以及污染源和环境受体中颗粒物组成规律和季节变化规律，对异常数据进行识别分析。

9.1.3 颗粒物质量浓度重构检验。将颗粒物部分化学组分，如 OC、地壳元素等转化计算，得到颗粒物质量浓度重构结果。每个样品的颗粒物质量浓度重构结果加和与重量法得到的颗粒物质量浓度的比值一般应在 80%~120%之间。

9.1.4 颗粒物电荷平衡检验。将颗粒物阴离子（ NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 等）和阳离子（ NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等）转换为电荷摩尔数，分别得到阴离子总电荷和阳离子总电荷。每个颗粒物样品的阴离子总电荷和阳离子总电荷的比值一般应在 80%~120%之间。

9.1.5 异常值处理。对于异常数据，需仔细核查样品采集和测试过程中的原始记录，查找产生原因。如有必要，可对留存的样品重新检测分析，经过再次检验仍旧为异常值，则舍去。

9.2 环境受体成分库的构建和分析

9.2.1 环境受体成分库由每个环境受体颗粒物样品的分析结果组成。根据环境受体的变化情况，定期补充更新环境受体成分库。

9.2.2 采用颗粒物质量浓度重构方法，将颗粒物化学成分重构为有机物、元素碳、硫酸盐、硝酸盐、铵盐、地壳物质、微量元素及其他类别等组分，分析城市颗粒物重构组分的构成占比情况。

9.2.3 颗粒物化学组成的时间分布特征分析。①全年平均化学组成：将全部有效的受体样品数据平均，得到城市全年化学成分、重构组分的平均质量浓度和百分含量，分析颗粒物主要化学组成。②季节及特定污染过程化学组成：比较颗粒物各化学成分、重构组分在不同季节（如春、夏、秋、冬）以及特定污染过程的质量浓度和百分含量，分析与相关排放源之间的关系。

9.2.4 颗粒物化学组成的空间分布特征分析。比较不同采样点位的颗粒物各化学成分、重构组分的质量浓度和百分含量，分析其与排放源空间分布之间的关系。

9.2.5 颗粒物化学成分的比值特征分析。通过颗粒物特定化学成分的比值，可进一步分析颗粒物污染的特征，比如采用 OC/EC 比值判断二次有机物的生成特征， $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$ 比值判断固定源（如燃煤源）和移动源之间相对贡献。

9.3 源成分谱库的构建和分析

9.3.1 颗粒物来源解析工作要建立本地化源成分谱库，并根据源排放清单（7.1.1）中主要污染源类别变化情况，对源成分谱库进行定期动态更新。如果某一类污染源类别中存在明显不同的子源类，应分别构建子源类的源成分谱。

9.3.2 源成分谱库涵盖颗粒物的一次颗粒物排放源（简称一次源）和二次颗粒物（简称二次源），其中颗粒物一次源分别与污染源分类（8.2.2）对应，二次源包括二次硫酸盐、二次硝酸盐、二次有机物等。

9.3.3 源成分谱构建时需要涵盖各类主要排放源的标识组分，参见附录 D 中表 D.1。

9.3.4 对于不同特点的颗粒物一次源类，优先采用排放源的颗粒物排放量加权平均方法构建颗粒物源成分谱，具体包括各成分的占比（g/g）及标准偏差等信息。对于硫酸盐和硝酸盐等二次无机源类，使

HJ 1351—2024

用硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和硝酸铵 (NH_4NO_3) 中 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 或 NO_3^- 化学组成的分子量占比，标准偏差取10%分子量占比。

9.3.5 根据以往源成分谱以及文献数据，对源成分谱数据进行合理性检验，避免异常值的干扰。对于不同子源成分谱，需要分析组分差异，确定是否进行源成分谱合并。

10 模型计算

10.1 推荐采用CMB模型、PMF模型等受体模型进行计算。CMB模型计算需参照HJ 1354，输入涵盖城市主要污染源类别的本地化源成分谱和环境受体化学组成数据，计算得到各污染源类别的贡献情况。PMF模型计算需参照HJ 1353，输入环境受体监测数据进行计算，参考源成分谱库或文献中源标识组分信息，将计算得到的因子识别为特定的污染源类别，得到各污染源类别的贡献情况。

10.2 受体模型解析的颗粒物来源一般包括燃煤源、移动源、扬尘、工业工艺过程源等一次来源和二次硫酸盐、二次硝酸盐、二次有机物等二次来源。如有条件，可进一步细分模型计算的颗粒物来源。

10.3 对于受体数据量较大的城市，优先采用PMF模型计算解析；对于已经有本地化源成分谱且受体数据量较少的城市，优先采用CMB模型计算解析。

10.4 模型计算基础好的城市可同时采用CMB模型和PMF模型，在识别污染源的变化趋势、确定主要污染源的贡献顺序等方面进行相互印证。

11 综合解析评估

11.1 如有条件，采用多种受体模型进行解析，比较不同模型得到的解析结果；采用源模型法进行模拟分析，区分本地贡献和外来传输贡献。

11.2 通过受体模型解析得到的二次来源需要进一步解析为一次源类，可通过源排放清单、源模型等方法进行拆分。

11.3 综合解析得到的颗粒物一级源类分为燃煤源、移动源、扬尘、工业工艺过程源等。根据源清单，进一步细化颗粒物来源解析结果的源类，比如电厂燃煤源、民用燃煤源、柴油车源、汽油车源、钢铁源、施工扬尘、建材源、道路扬尘、生物质燃烧源、餐饮源等。

11.4 将颗粒物来源解析结果与城市自然条件（6.1）、经济社会情况（6.2）、能源消费情况（6.3）、大气污染源排放量和排放分担率（7.1）、颗粒物及气态污染物的时空变化特征（7.2）等调查结果进行综合分析，从宏观上评估颗粒物来源解析结果的合理性。

11.5 咨询环境管理部门对颗粒物来源解析结果的意见，与以往的颗粒物来源解析结果进行比较分析，评估各项环保措施及效果，与管理部门会商提出因地制宜、切实可行的大气污染防治对策建议。

12 报告编制

颗粒物来源解析报告应包括但不限于以下内容：任务来源、工作目标、工作区域、工作内容、技术路线、自然条件分析、经济社会发展分析、污染源调查分析、环境空气质量调查分析、颗粒物及组分监测分析、模型计算、颗粒物来源解析结果、大气污染防治对策建议等。

13 质量保证和质量控制

13.1 对颗粒物来源解析工作要进行全过程的质量保证和质量控制（QA/QC）。由专门质控人员对工作主要环节进行监督检查和质量审核，核实相关质控记录是否完善以及符合质控要求。

13.2 基本情况调查收集的数据应来源于官方公开发布的数据，比如国民经济和社会发展统计年鉴。在录入时应严格审核以及随机抽查核对，确保数据准确。

13.3 污染源和环境空气质量调查收集的数据应来源于生态环境部门审核后的数据，与公开发布的结果保持一致。污染源数据为动态更新后的数据，选择的优先顺序是城市大气污染物排放清单编制数据、全国污染源普查数据、环境统计数据。环境空气质量数据为经过生态环境监测部门审核入库的数据，需要进行随机抽查核对。

13.4 环境空气颗粒物采样需参照 HJ 656、HJ 618 和《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》等 QA/QC 要求。污染源颗粒物样品采集需参照 HJ/T 397、HJ 836、HJ/T 393、HJ/T 166 和《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》等 QA/QC 要求。

13.5 颗粒物分析需参照所用监测方法在校准曲线、空白样品、平行双样、加标样或质控样等方面的 QA/QC 要求。

13.6 环境受体成分库和源成分谱库的构建需参照 HJ 1352 相关 QA/QC 要求。对于异常数据，需仔细查明原因，填写处理记录。

13.7 模型计算需参照 HJ 1353、HJ 1354 的 QA/QC 要求。模型计算过程中需安排不同人员进行验算，保证计算结果的可靠性。对于模型计算结果，结合实际情况等进行合理性检验。

13.8 综合解析评估中如采用多种受体模型计算，其解析结果应能相互印证，主要源类贡献大小排名、污染源类别的变化趋势应基本一致，对存在的差异应有合理解释；综合解析结果应符合城市相应的基本情况、污染源排放和环境空气质量特征等。

附录 A
(资料性附录)

环境空气颗粒物来源解析工作方案编制要求

环境空气颗粒物来源解析工作方案是颗粒物来源解析各项工作的详细说明和安排，一般应包括：

1.任务背景。包括任务来源、性质、目的、方案编制依据、工作目标等。

2.技术路线。包括总体思路、主要技术方法、具体工作流程等。

3.工作内容及技术方法。工作内容包括基本情况调查、污染源和环境空气质量调查、环境受体和污染源颗粒物监测、环境受体成分库和源成分谱库的构建和分析、源解析模型计算、二次颗粒物来源解析、综合解析评估和对策建议等。技术方法为开展环境颗粒物来源解析拟采用的调查方法、监测方法、数据处理和分析方法、模型计算方法、二次颗粒物来源解析方法、综合评估方法等。其中涉及的监测工作内容包括环境受体点位布设和样品采集、污染源点位布设和样品采集、颗粒物分析测试、样品和仪器设备管理、数据审核等。

4.组织形式与人员分工。明确承担单位、协作方式以及项目总负责人、各工作组负责人和参加人员。根据项目内容明确各承担单位或岗位的职责和任务，包括单位间的组织分工和单位内各工作岗位的组织分工。确定项目总负责人以及调查、采样、分析测试、模型计算等工作岗位负责人及其职责任务。明确各个环节的工作流程、注意事项与安全保障要求。

5.项目进度安排及预期成果。明确颗粒物来源解析调查工作、采样工作、实验室分析测试工作、数据汇总整理工作、模型计算工作、报告编写工作、成果鉴定或验收工作等各项工作的时间进度安排、预期成果。注意不同工作的先后衔接关系，确保有序开展。

6.质量保证和质量控制。按照 HJ 630 建立质量控制相关管理规定的基础上，明确颗粒物来源解析工作全过程质量控制与质量保证要求和负责人，覆盖颗粒物来源解析的主要工作环节。对于监测工作的各个环节，包括采样准备、采样仪器的校准、样品采集、样品保存和运输、样品称重、样品前处理和实验室分析测试、数据处理、数据审核、监测报告编制等各个环节，需按照监测方法标准和相关标准落实各监测环节的质量控制要求。

7.经费预算。根据颗粒物来源解析工作目标和内容估算项目所需经费，其中监测工作费用包括所需工具和耗材费用、调查和监测用车费用、人员技术培训费用等。

附 录 B
(资料性附录)
一次颗粒物排放源分类

表 B.1 一次颗粒物排放源分类

一级源类	二级源类
燃煤源	电厂燃煤源
	供热燃煤源
	工业燃煤源
	民用燃煤源
	其他燃煤源
移动源	汽油车源
	柴油车源
	其他道路移动源
	工程机械源
	农用机械源
	船舶源
	其他非道路移动源
扬尘	道路扬尘
	施工扬尘
	土壤扬尘
	其他扬尘
工业工艺过程源	钢铁源
	有色冶金源
	建材源
	石油化工源
	其他工业工艺过程源
其他源	生物质燃烧源
	餐饮源
	海盐
	烟花爆竹燃放源
	其他

附录 C
(资料性附录)
颗粒物分析项目及标准方法

表C.1 颗粒物分析项目及标准方法

分析项目		标准(文件)名称	标准(文件)编号
基本项目	颗粒物质量浓度	环境空气 PM ₁₀ 和PM _{2.5} 的测定 重量法	HJ 618
		环境空气颗粒物(PM _{2.5})手工监测方法(重量法)技术规范	HJ 656
	无机元素(Si、Al、Ca、Mg、Ti、Fe、Zn、Mn、Ba、Ni、Pb、Se、As、V、Cu等)	空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
		空气和废气 颗粒物中金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 777
		环境空气 颗粒物中无机元素的测定 能量色散X射线荧光光谱法	HJ 829
		环境空气 颗粒物中无机元素的测定 波长色散X射线荧光光谱法	HJ 830
	水溶性阴阳离子(SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、NH ₄ ⁺ 、K ⁺ 、Na ⁺ 、Cl ⁻ 等)	环境空气 颗粒物中水溶性阴离子(F ⁻ 、Cl ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻)的测定 离子色谱法	HJ 799
		环境空气 颗粒物中水溶性阳离子(Li ⁺ 、Na ⁺ 、NH ₄ ⁺ 、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺)的测定 离子色谱法	HJ 800
	碳组分(OC、EC)	环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南	监测函(2020)8号
补充项目 ^a	多环芳烃	环境空气和废气 气相和颗粒物中多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法	HJ 646
		环境空气和废气 气相和颗粒物中多环芳烃的测定 高效液相色谱法	HJ 647
	左旋葡聚糖	环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南	监测函(2020)8号
	正构烷烃		
	水溶性有机碳		
	有机酸		
	脂肪酸		
甾醇类			

^a 补充项目包括但不限于表中项目

附 录 D
(资料性附录)
颗粒物主要源类标识组分

表D.1 颗粒物主要源类的参考标识组分

一级源类	二级源类	无机特征组分	有机特征组分
燃煤源	电厂燃煤源、供热燃煤源、工业燃煤源、民用燃煤源等	EC、Al、As、Ca (或 Ca ²⁺)、SO ₄ ²⁻ 、Cl ⁻	OC、藿烷、甾烷、烷基芘、多环芳烃
移动源	汽油车源、柴油车源等	EC、Cu、Zn	OC、藿烷、甾烷、晕苯、荧蒽、芘
扬尘	混合扬尘	Si、Al、Ca (或 Ca ²⁺)	/
	施工扬尘	Ca (或 Ca ²⁺)	/
	土壤扬尘	Si	/
工业工艺过程源	钢铁源	Fe、Mn、Cr、Ni	/
其他一次源	生物质燃烧源	K (或 K ⁺)、EC	OC、左旋葡聚糖、植物甾醇、萜类物质
	餐饮源	/	OC、胆固醇、十六烷酸、十八烷酸、豆甾醇、β-谷甾醇、壬醛、9-十六烯酸
	海盐	Na (或 Na ⁺)、Mg (或 Mg ²⁺)、Cl ⁻	/
	烟花爆竹燃放源	Sr、K (或 K ⁺)、Ba、Cu、Mg (或 Mg ²⁺)	OC
二次源类	二次硫酸盐	SO ₄ ²⁻ 、NH ₄ ⁺	/
	二次硝酸盐	NO ₃ ⁻ 、NH ₄ ⁺	/
	二次有机物	/	OC、乙二酸、有机硫酸酯