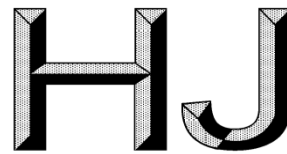


附件2



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□-20□□

环境空气 颗粒物来源解析 正定矩
阵因子分解（PMF）模型计算技术指南

Ambient air—Source apportionment on particulate matter—Technical
guide on the calculation of positive matrix factorization model

（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 模型原理和计算流程.....	3
5 数据准备.....	4
6 基础计算.....	5
7 旋转计算.....	7
8 颗粒物源贡献计算.....	8
9 结果合理性判断.....	8
附录 A（资料性附录） 颗粒物源类识别方法及主要源类的标识组分	10
附录 B（资料性附录） PMF 模型计算记录表	11

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正定矩阵因子分解（PMF）模型计算，制定本标准。

本标准规定了环境空气颗粒物来源解析工作中应用PMF模型进行计算的方法。

本标准的附录A和B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。

本标准起草单位：中国环境监测总站、南开大学、中国环境科学研究院。

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 正定矩阵因子分解（PMF）模型计算技术指南

1 适用范围

本标准规定了环境空气颗粒物来源解析正定矩阵因子分解模型计算方法，包括数据准备、数据输入和初步检验、基础计算、旋转计算、源贡献结果计算、计算结果的合理性判断等内容。

本标准适用于应用正定矩阵因子分解模型对环境空气颗粒物的手工采样分析数据进行颗粒物来源计算。

2 规范性引用文件

本标准内容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，凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- HJ 618 环境空气 PM₁₀ 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 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⁻、NO₂⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻、SO₃²⁻、SO₄²⁻）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⁺、NH₄⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺）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□□□ 环境空气 颗粒物来源解析 受体模型法监测数据处理与检验技术规范
《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

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

正定矩阵因子分解模型 Positive Matrix Factorization Model (PMF)

一种多元因子分析类模型，将样本数据的矩阵 (X) 分解为因子贡献矩阵 (G) 和因子谱矩阵 (F)，对因子谱矩阵进行识别，并定量计算样本的因子贡献。在环境空气颗粒物来源解析中，应用正定矩阵因子分解模型 (PMF) 计算是通过对环境样品 (受体) 的化学组分数据进行分析，提取若干因子，利用标识组分将因子识别为不同的源类，再通过多元线性回归计算不同因子 (源类) 对环境样品的贡献。

3.3

受体化学组成 Ambient Receptor Chemical Composition

环境空气颗粒物样品化学组分的浓度或占比信息。

3.4

颗粒物源成分谱 Source Chemical Profile

特定污染源类排放的相对稳定的颗粒物化学组分信息，简称颗粒物源谱。颗粒物源谱需包含该类污染源的标识组分。

3.5

源贡献 Source Contribution

通过受体模型计算得到的污染源对环境空气颗粒物的贡献，可用贡献浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 或贡献分担率 (%) 表示。

3.6

源标识组分 Tracer Species

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成分，又称示踪组分。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。标识组分在该源成分谱中的含量，比在其他源类中高。

3.7

因子 Factor

PMF 模型计算提取的因子谱和因子贡献信息。因子谱是因子中各化学组分浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 或占比 (%) 信息，可以被识别为污染源类；在因子谱识别结果的基础上，因子贡献信息可以计算相应的污染源类贡献浓度及占比。

3.8

不确定度 Uncertainty

源解析工作中采样、实验分析等环节引起的误差。

3.9

Q 值 Function Q

反映PMF模型计算结果好坏程度的一种目标函数值。Q值有三种类型：Q理论值(Q_{Theo})、

Q计算值(Q_{True})、Q修正值(Q_{Robust})。Q理论值是PMF模型在理想条件计算下的数值，可以通过PMF模型输入的数据个数减去可用于因子计算的数据个数得到。Q计算值是PMF模型在实际条件计算时的数值，理论上越接近Q理论值，表明结果越理想。Q修正值是在PMF模型中对无法参与计算或异常的数据（不确定度-缩放残差大于4）修正后进行实际计算时的Q值。

3.10

残差 Residual

颗粒物化学组分的实际测试值与PMF模型计算值之间的差值。

3.11

基础计算 Base Run

在PMF模型计算过程中不加入任何数学、物理意义的约束条件，只根据模型Q值函数的收敛条件（要求得到最小Q值）得到因子贡献矩阵（G）和因子谱矩阵（F）的计算方法。通过基础计算，可以得到基于输入的颗粒物相关浓度及不确定度数据计算得到的初步结果。

3.12

旋转计算 Rotational Run

对于基础计算得到的因子贡献矩阵（G）和因子谱矩阵（F）结果，在一定的约束条件再次进行的计算，将因子贡献矩阵（G）和因子谱矩阵（F）可以被转换成另一对矩阵（G*和F*），使因子中标识组分更加突出，解决基础计算中因子难以识别的问题。

4 模型原理和计算流程

4.1 模型原理

应用PMF模型进行颗粒物来源解析计算的原理是将受体颗粒物组分浓度矩阵 $X_{(n \times m)}$ 因子化，分解为两个因子矩阵， $F_{(p \times m)}$ 和 $G_{(n \times p)}$ ，以及一个“残差矩阵” $E_{(n \times m)}$ ，如下式表示：

$$X_{(n \times m)} = G_{(n \times p)}F_{(p \times m)} + E_{(n \times m)} \quad (1)$$

式中： $G_{(n \times p)}$ ——因子贡献矩阵；

$F_{(p \times m)}$ ——因子谱矩阵；

n——样品个数；

m——化学成分种数；

p——解析出来的因子（污染源）的数目。

PMF模型限定矩阵G和F中的组分都是正值，即非负限制。PMF模型解析上述矩阵的方法是通过定义一个“目标函数”（Object function）Q，并使这个目标函数的值最小；当目标函数Q值最小时，模型将受体浓度矩阵X分解成G矩阵（因子贡献矩阵）和F矩阵（因子谱矩阵）。

$$Q_{(E)} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (E_{ij}/\sigma_{ij})^2 \quad (2)$$

式中： σ_{ij} ——第j个样品中第i个化学成分的不确定度。

4.2 计算流程

应用 PMF 模型进行颗粒物来源解析的计算流程包括数据准备、数据导入和数据检验、基础计算及结果分析、旋转计算及结果分析、模型计算结果评估等环节，见图 1。开展 PMF 模型计算时，需要通过反复优化计算参数，得到相对较优结果的过程。在数据检验中，优化输入数据。在基础计算和旋转计算中，需要经过不断尝试计算，优化调整计算参数，才能得到相对较优的计算结果。

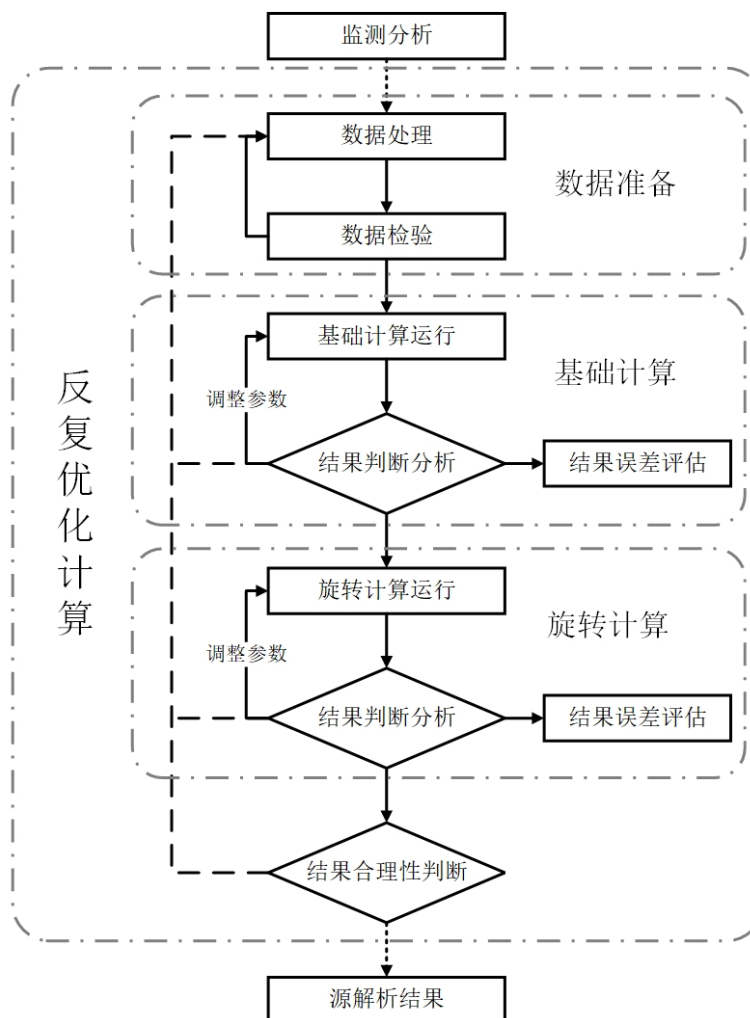


图 1 PMF 模型的主要计算流程

5 数据准备

5.1 数据种类和数量要求。PMF 模型需要输入环境空气颗粒物质量浓度，以及无机元素、碳组分、水溶性无机离子等化学组分浓度数据，至少需要 10 种主要的标识组分，每个受体采样点位要求不少于 100 个有效样品的数据量。颗粒物化学组分需涵盖主要污染源的标识组分，常用的标识组分包括 OC、EC、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Si、Al、Na、Mg、K、Ca、Mn、Fe、Cu、Zn 等。为解析更多的源类，可增加多环芳烃、左旋葡聚糖、正构烷烃、有机酸、脂肪酸、甾醇类等有机标识组分。增加输入的颗粒物组分和样品数量，将使 PMF 模型计算结果更稳定。

5.2 数据质量要求。用于颗粒物源解析工作的监测数据，应采用国家、行业或地方方法标

准获得；没有国家、行业或地方方法标准，可采用国际标准、国外标准或研究建立的方法，经确认后使用，同时监测需按照 HJ 630 的要求纳入质量管理体系，开展质量保证和质量控制工作并符合相关要求。颗粒物及相关化学组分的分析需参照相关国家标准方法 HJ 618、HJ 646、HJ 647、HJ 656、HJ 657、HJ 777、HJ 799、HJ 800、HJ 829、HJ 830 和《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南》等。

5.3 数据格式要求。PMF 模型需要输入两个数据文件：（1）颗粒物及组分质量浓度的数据文件，（2）颗粒物及组分质量浓度不确定度的数据文件。两个数据文件内容需要对应，格式符合模型软件的要求。

5.4 不同滤膜来源数据的合并。源解析工作中，为满足颗粒物化学组分分析的需求，颗粒物需分别通过无机滤膜和有机滤膜采样。不同滤膜得到的颗粒物监测数据需经过处理后合并，方法为：（a）先将滤膜上颗粒物化学组分质量浓度除以对应滤膜的颗粒物质量浓度，得到相应的质量百分比含量；（b）再将每个样品的各组分质量百分比含量乘以相同的颗粒物质量浓度（如石英滤膜和有机滤膜的颗粒物质量浓度均值）得到一套数据（单位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。

5.5 数据初步检验。对于每个颗粒物样品的质量浓度和化学组分浓度数据，需要经过颗粒物化学组分质量平衡、阴阳离子电荷平衡等方法进行检验。颗粒物化学组分质量平衡检验要求每个颗粒物样品的化学组分质量加和与颗粒物质量浓度的比值一般在 0.5~0.8 之间，颗粒物阴阳离子电荷平衡检验要求每个颗粒物样品的阴离子总电荷与阳离子总电荷的比值一般在 0.7~1.2 之间。

5.6 不确定度计算。不确定度直接影响输入 PMF 模型中样品颗粒物质量浓度及组分浓度数据的计算权重，根据以下公式进行计算：

$$Unc = \frac{5}{6} \times MDL \quad (3)$$

$$Unc = \sqrt{(EF \times Conc)^2 + (0.5 \times MDL)^2} \quad (4)$$

式中：Unc——颗粒物分析组分的不确定度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

MDL——颗粒物分析组分的检出限， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

Conc——颗粒物分析组分的质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

EF（Error fraction）——颗粒物分析组分的误差系数。

当 Conc 小于等于 MDL 时，采用公式（3）计算；当 Conc 大于 MDL 时，采用公式（4）计算。误差系数的大小范围一般为 0.1~0.6。对于颗粒物质量浓度或者组分质量浓度不稳定或者接近检出限，采用较大的误差系数。当颗粒物质量浓度或者组分质量浓度数据缺失较多时，可设定较大的误差系数。

6 基础计算

6.1 基础计算运行

6.1.1 数据的模型检验。通过 PMF 模型的浓度散点图、时间序列图等，检验不同组分之间关系、组分随时间变化情况。对于异常高或者低的组分数据，经核实没有特定污染过程

(如沙尘天气等), 可予以剔除。

6.1.2 数据计算权重的选择。颗粒物的关键标识组分(如 OC、EC、SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、Al、Si、Ca、K、Fe 等组分)的计算权重需设为“强”(Strong)。其他非关键标识组分(如: Cl⁻、Na、Mg、Cu、Cd、Cr 等组分)的计算权重通常设为“强”, 如测量不确定性较高, 可设为“弱”(Weak)计算权重。

6.1.3 因子(Factor)个数的确定。因子个数需要基于对颗粒物可能来源、样品数量、采集时间等基本认识以及模型反复计算来综合确定。

6.1.4 根据城市基本情况(比如根据当地排放源清单、污染源普查数据、工业布局、能源结构、机动车保有量等信息), 初步确定因子个数的范围。

6.1.5 根据模型计算中通过设置不同的因子个数进行尝试性计算, 对各计算情况进行分析, 结合城市基本情况, 验证和确定适合的因子个数。根据模型计算确认因子个数的常用方法如下:

- 1) 根据 Q 值随因子个数变化关系判断。在设定合适的不确定度后, 可逐渐增加因子数, 观察 Q 值的变化。当因子数逐渐增加, 而对应结果的 Q 值没有明显变化, 则此时因子数增加为合理。当因子数增加到某一特定值(例如 p), Q 值开始有明显变化, 则 p-1 则可能为适合的因子数。
- 2) 根据组分的残差大小判断。组分的残差(尤其是标识组分)应在正负 3 以内, 如果残差有较大的分布, 则应重新检查因子个数。
- 3) 根据多次计算结果的差异情况判断。多次运行不应该得到多个 Q 值或因子谱差异性比较大的结果(如 20 个结果中, 有多个结果之间差异较大), 如有, 则说明因子数的设定可能不合理。
- 4) 根据回归检验结果判断。将 G 矩阵与颗粒物浓度数据进行回归检验。如果回归系数出现负值, 说明因子个数设置可能过多或存在共线源; F 矩阵的每一个因子除以相应的回归系数后, 如果加和大于 1.2, 则说明选择的因子可能过少。

6.2 基础计算结果判断

6.2.1 对基础计算得到的多个计算结果, 需进一步判断分析。通过 Q 理论值(Q_{Theo})和 Q 计算值(Q_{True})的大小、是否收敛(Converge)等, 初步选择查看特定的计算结果。从 Q 计算值(Q_{True})与 Q 理论值(Q_{Theo})差异分析、观测值/预测值差异分析、残差分析(Residual analysis)等对计算结果进行判断。

6.2.2 Q 计算值(Q_{True})与 Q 理论值(Q_{Theo})越接近(85%~115%之间), 表明模拟计算结果更合理。

6.2.3 通过“观测值/预测值差异分析”, 分析输入的观测值和计算得到的预测值的相关性。如果某组分的观测值和预测值之间有强相关性, 则表明该组分计算较好; 反之, 则考虑是否应该降低该组分计算权重或从计算中排除。此外, 还可以在时间序列上分析组分的输入值和预测值的差异。对于预测值明显高于观测值, 需要进一步分析确定是否排除该数据。

6.2.4 通过“Residual Analysis(残差分析)”, 查看每一个组分的加权残差(通过不确定度加权)。比如残差直方图中不同组分加权残差的百分比, 判断各组分在基础计算的情况。如果残差直方图显示残差范围在(-3, +3)之间, 则该组分的模型计算在数学意义上较好;

如果组分具有许多较大的残差或显示非正常曲线，则表示该组分在数学意义上计算较差。

6.3 基础计算的结果分析

6.3.1 基础计算的结果主要包括因子谱矩阵（F）和因子贡献矩阵（G）。因子谱展示了不同化学组分在各因子中的占比及浓度。因子贡献显示了不同因子对各组分的平均贡献及时间序列贡献（点线图）。

6.3.2 因子的识别是 PMF 模型计算的关键，可以通过分析不同因子谱中标识组分来将因子识别为具体的污染源类。颗粒物源类识别方法及主要源类的标识组分见附录 A。

6.3.3 当通过因子谱标识组分难以识别因子时，可分析因子贡献矩阵（G）的时间序列贡献情况，识别在时间序列上有特征贡献变化的污染源类。

6.4 基础计算的误差评估

6.4.1 通过误差评估，确定计算结果的不确定度，从而判断源解析结果的准确性。结果误差评估方法主要有 Bootstrap（BS）误差评估、Displacement（DISP）误差评估、Bootstrap-Displacement（BS-DISP）误差评估等。推荐采用 BS 误差评估方法评估模型计算结果的可靠性。通过分析多次 BS 计算得到的因子和基础计算得到的因子匹配程度、Q 值的分布情况、各化学组分计算结果分布情况等，评估结果的可靠性。

6.4.2 在 BS 误差评估中，通过分析得到的因子和基础计算得到的因子匹配程度，评估因子中主要化学组分分配的合理性。如果两者匹配不到 80%，则这个因子的主要组分分配可能不当，需要通过调整因子数量或提高数据质量等提高匹配程度。

6.4.3 在 BS 误差评估中，通过 Q 修正值的分布情况，评估基础计算中 Q 值的合理性。BS 计算可得到 Q 修正值的最小、最大、中位数，以及第 25 和第 75 百分位数值。基础计算得到的 Q 值一般要求在第 25 和第 75 百分位数值之间。

6.4.4 在 BS 误差评估中，通过分析每个化学组分计算结果的分布情况，评估化学组分计算结果的不确定度。比如一个化学组分的箱型图上下距（25 分位数与 75 分位数）较宽（超过 20%），则表明该化学组分计算结果的不确定度可能较高；如果一个化学组分的箱型图上下距较窄（小于 20%），则说明该化学组分模型计算结果的不确定度可能较低，模型计算结果较好。

7 旋转计算

7.1 当模型基础计算得到的因子难以识别为实际源类的时候，可使用旋转计算（Rotational run），使因子谱中的标识组分更加突出，促进因子识别为具体污染源类。旋转计算包括 F 矩阵峰值模型计算（Fpeak model run）、约束模型计算（Constrained model run）。

7.2 F 矩阵峰值模型计算是常用的旋转计算方法，适用于标识组分的占比不够突出（某一标识组分在各因子中的占比比较平均），不利于源类识别的情况。通过 F 矩阵峰值旋转计算，调整 F 矩阵中的各因子中化学组分占比，从而使因子中的标识组分的占比更加突出。

7.3 F 矩阵峰值模型计算中，需要尝试不同的 Fpeak 参数。当 Fpeak 参数设为正值时，F 矩阵中的化学组分在某些因子中占比会更加突出；Fpeak 参数设为负值时，F 矩阵中的化学

组分在各因子中的占比则相对较平均。查看 Q 值在不同 Fpeak 参数下的变化情况，要求 Q 值的变化在 5% 以内，并且选择 Q 值拐点之前的 Fpeak 值对应的解析结果，参照“6.2、6.3、6.4”进行相应的结果判断、分析和误差评估。

7.4 PMF 共线性问题及解决方法。经过旋转计算后，如果提取的单个因子明显包含不同污染源类的信息，则 PMF 模型计算出现了共线性问题。可采用一些约束的 PMF 模型（如：多元线性引擎 2-组分比值约束模型（ME2-SR）、偏目标转换-正定矩阵因子分析模型（PTT-PMF）等）进一步解析。

8 颗粒物源贡献计算

8.1 在 PMF 模型计算中输入数据包含颗粒物质量浓度，可直接计算得到污染源对颗粒物的源贡献结果。

8.2 还可以将计算得到的 G 矩阵（源贡献矩阵）与颗粒物质量浓度做多元线性拟合分析，计算出 G 矩阵各列（源）的拟合系数。将各列乘以拟合系数，即为各污染源对颗粒物的贡献，拟合公式如下：

$$PM_{2.5(j)} = \sum_{k=1}^p s_k g_{jk} \quad (5)$$

式中： $PM_{2.5(j)}$ ——第 j 个样品的颗粒物质量浓度；

s_k ——回归系数；

g_{jk} ——PMF 模型计算的 G 矩阵中第 k 源对第 j 个样品的归一化贡献，

p——源个数；

$s_k g_{jk}$ ——计算得到的 k 源对第 j 个样品的贡献。

8.3 城市多个环境受体监测点位数据的 PMF 模型计算。将城市多个点位受体数据合并输入到 PMF 模型进行计算，得到该城市的解析结果。将城市具体点位所对应样品的源解析结果进行平均，则得到城市该点位的源解析结果。

8.4 完成 PMF 模型计算后，填写附录 B 中 PMF 源解析计算记录表，并附上参与计算的全部数据。

9 结果合理性判断

9.1 源解析结果既要符合模型计算要求，还需要符合实际情况。

9.2 符合模型计算要求是模型模拟计算出的各组分浓度与实测测试结果接近。可通过直接比较颗粒物和化学组分模拟值与实测值、分析主要化学组分或标识组分的残差、对比 Q 计算值与 Q 理论值等方法，判断模型模拟结果的好坏。如果模拟值与实测值越接近、化学组分残差越小、Q 计算值与 Q 理论值越接近，则表明模拟计算结果更合理。

9.3 符合实际情况要求是经过识别的源谱特征及其源贡献合理。可通过 PMF 模型计算得到的源谱与实测源谱相关性比较、PMF 模型计算的平均源贡献排序与 CMB 模型（Chemical mass balance model）计算结果一致性比较、源贡献变化趋势及其日变化趋势分析等方法来评估模型计算结果的合理性。此外，还需要通过当地其他监测结果（比如 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的

浓度比值，在线监测的 SO_2/NO_x 浓度比值，在线监测 O_3 、CO 等污染物浓度等) 或污染源信息 etc 来辅助判断结果的合理性。

附录A

(资料性附录)

颗粒物源类识别方法及主要源类的标识组分

可通过以下方法，将PMF模型计算得到的因子识别为具体的颗粒物源类：

A.1 根据通过资料调研收集的各种源类的主要标识组分来识别。某个因子的标识组分与其他因子相比占比较高，则可识别为相应的源类。例如，某因子中 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 的占比大于30%、50%，高于其他因子中 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 的占比，则该因子可识别为二次硫酸盐；因子中Ca、Si、Al的占比最高，可识别为扬尘源等。常见源类的标识组分见表A.1；

A.2 根据源类特有的时间变化特征来识别。某些源类具有显著时间变化特征，比如机动车源在早晚高峰时段贡献大，季节变化不明显；北方民用燃煤源存在明显的季节变化，冬季采暖季贡献大；扬尘源在春季贡献大，在北方城市更为突出；生物质燃烧源（秸秆）在农作物收割季节贡献大；烟花燃放源在特殊节假日（如春节期间）贡献大。如果在PMF模型计算中某个因子具有显著时间变化特征，则可根据该特征识别为相应的源类。

A.3 根据当地实际监测得到的主要源类源谱来识别。通过当地污染源采样和分析，构建当地主要的颗粒物源谱。将PMF模型计算得到的因子谱与源谱进行对照识别。

A.4 根据PMF模型进一步优化计算得到的因子来识别。当基础计算的结果难以识别为具体源类的时候，可以使用约束模型计算进行优化，突出因子中的标识组分，进而识别因子。

表 A.1 颗粒物主要源的标识组分

编号	源类别	标识组分
1	燃煤源	OC、EC、Al、 SO_4^{2-} 、Cl ⁻ 、Ca（或 Ca^{2+} ）、As、藿烷、甾烷、烷基芘、多环芳烃等
2	机动车源	OC、EC、Zn、藿烷、甾烷、晕苯、荧蒽、芘等
3	扬尘源	Si、Al、Ca（或 Ca^{2+} ）等
4	二次硫酸盐	SO_4^{2-} 、 NH_4^+
5	二次硝酸盐	NO_3^- 、 NH_4^+
6	生物质燃烧源	K（或 K^+ ）、OC、EC、左旋葡聚糖、植物甾醇、萜类物质等
7	工业源	Fe、Cu、Cr、Mn、Pb、Zn、Al、Sb、V等（视各地具体工业情况而定）
8	餐饮源	OC、胆固醇、十六烷酸、十八烷酸、豆甾醇、 β -谷甾醇、壬醛、9-十六烯酸等
9	海盐源	Na（或 Na^+ ）、K（或 K^+ ）、Cl ⁻ 等
10	烟花燃放源	Sr、K（或 K^+ ）、OC等

附录B
(资料性附录)

PMF模型计算记录表

表 B.1 PMF 模型计算记录表

项目名称:

模型版本:

方法依据:

计算日期:

输入数据 (见附件)	采样地点:	采样日期和时段:	颗粒物粒径:
	样品数量 (行):	化学组分数量 (列):	数据剔除情况:
	不确定度计算方法:		
	化学组分的计算权重:		
基础计算运行	因子个数:	计算次数:	Seed 值设定:
	结果误差评估:		
旋转计算运行	参数设定:		
	结果误差评估:		
输出记录	Q 值:	是否收敛:	
	源类识别		
	因子 1:	因子 4:	因子 7:
	因子 2:	因子 5:	因子 8:
	因子 3:	因子 6:	因子 9:
备注			

PMF 模型计算记录表 (续)

因子谱 (单位:)										
化学组分	因子 1	因子 2	因子 3:	因子 4	因子 5	因子 6	因子 6	因子 8	因子 9	
备注										

PMF 模型计算记录表（续）

因子贡献（单位： ）										
时间	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	因子 6	因子 6	因子 8	因子 9	
备注										