

扬尘源颗粒物排放清单编制技术中的 问题与建议

毕晓辉

2018年09月26日

扬尘 (Fugitive dust) : 地表松散颗粒物质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。

常见扬尘源



活动水平

排放因子

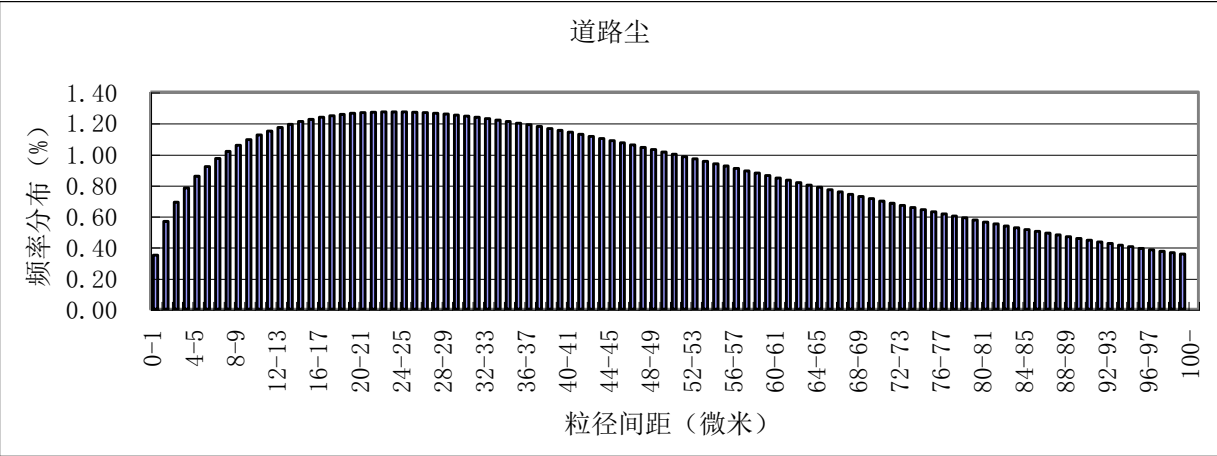
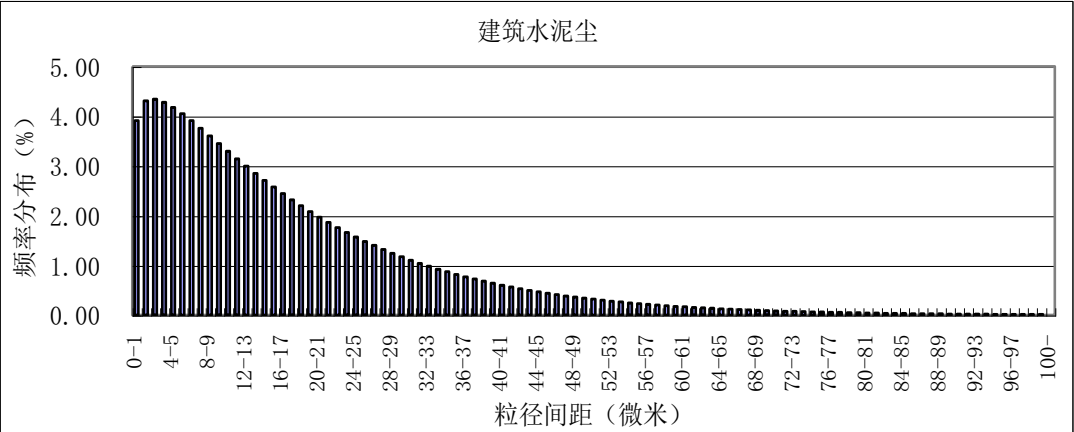
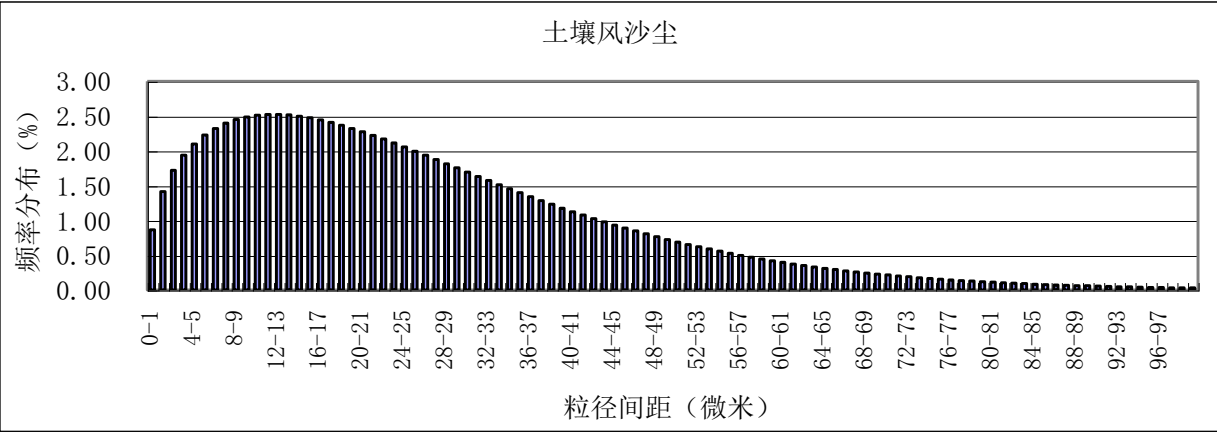
扬尘源特点

- **类型多样**：二级分类4个，三级分类17个，四级分类15个.....
- **排放随机**：时间随机、空间随机
- **源强不确定**：影响因素众多

增加了扬尘的动态监管难度；

增加了扬尘清单的编制难度，如排放因子测定、活动水平获取、排放总量评估和时空分布等

扬尘源粒径占比： 各类扬尘源中，排放的PM_{2.5}质量平均占PM₁₀的20%左右：



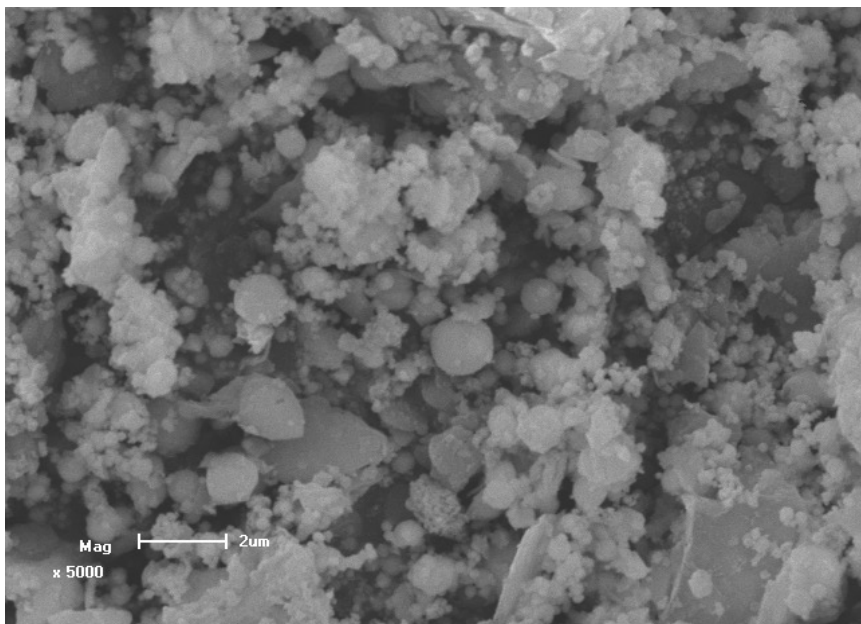
巴柯粒度分析仪测试结果

扬尘样品的扫描电镜照片：

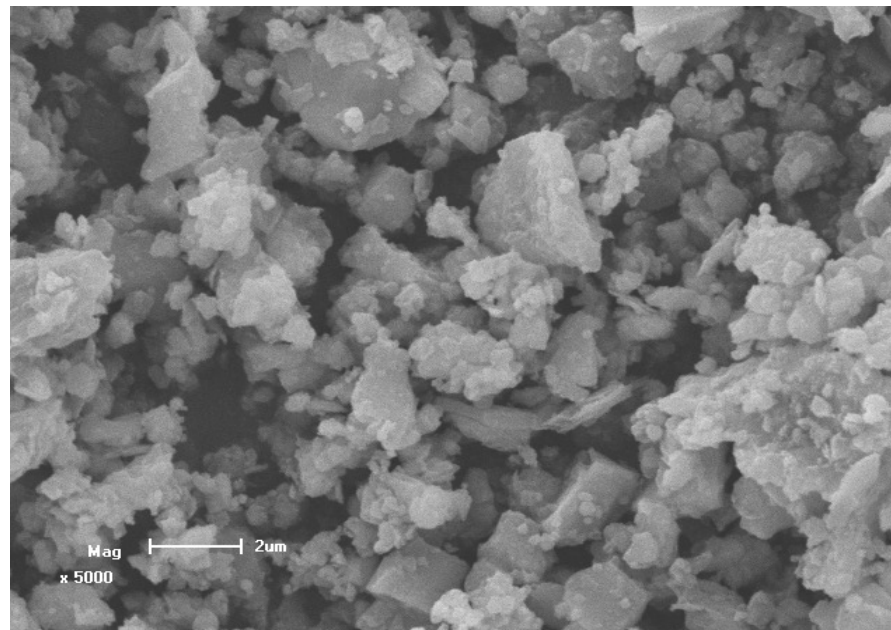
普遍存在几何直径在1.5微米左右的颗粒

（以土壤密度2.65计算，相当于空气动力学直径在2.5微米左右）

$$D_p = D_g K \sqrt{\rho_p / \rho_0}$$



土壤风沙尘的形态



建筑水泥尘的形态

附件 6

扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南

(试 行)

第一章 总 则

1.1 编制目的

为贯彻落实国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》和《大气污染防治行动计划》，推进我国大气污染防治工作的进程，增强扬尘污染防治工作的科学性、针对性和有效性，根据《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》、《环境空气质量标准》及相关法律、法规、标准、文件，编制《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南(试行)》(以下简称“指南”)。

1.2 适用范围

本指南明确了扬尘源(土壤扬尘源、道路扬尘源、施工扬尘源、堆场扬尘源)颗粒物排放清单编制的技术方法、技术流程、质量管理等内容。

本指南适用于指导在城市、城市群及区域尺度开展扬尘源颗粒物(TSP、PM₁₀、PM_{2.5})排放清单编制工作，本指南是对《大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南(试行)》和《大气细颗粒物一次源排放清单编制技术指南(试行)》的补充。

1.3 编制依据

《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》



中华人民共和国生态环境部
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China

索引号: 000014672/2014-01379

发布机关: 环境保护部

名称: 关于发布《大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南(试行)》等5项技术指南的公告

文号: 公告 2014年 第92号

分类: 环境科技及其管理信息 环境科技管理

生成日期: 2014年12月31日

主题词:

环境保护部公告

公告 2014年 第92号

关于发布《大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南(试行)》等5项技术指南的公告

为贯彻落实国务院印发的《大气污染防治行动计划》，指导各地开展大气污染源排放清单编制工作，我部编制《大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南(试行)》《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》和《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南(试行)》5项技术指南，现予以发布，请各地结合实际情况参照执行。

- 附件: 1.关于大气污染源排放清单编制技术指南体系的说明
2.大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南(试行)
3.道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南(试行)
4.非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南(试行)
5.生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南(试行)
6.扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南(试行)

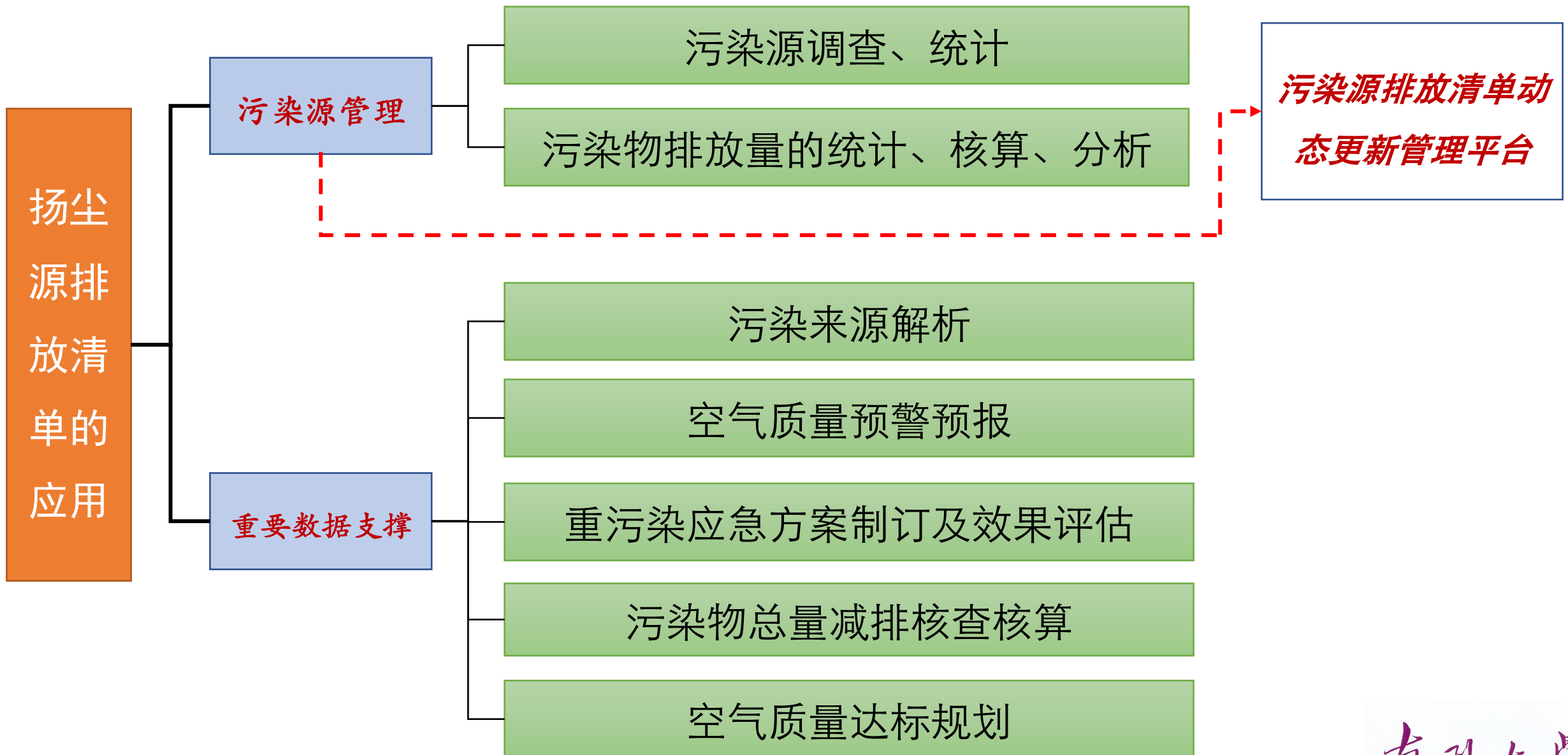
环境保护部
2014年12月31日

环境保护部办公厅2014年12月31日印发

- 2014年12月31日，原环境保护部发布了南开大学牵头编制的《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南》
- 《指南》有力推动了我国扬尘源颗粒物排放清单编制工作。

南开大学

扬尘源清单的应用



扬尘清单编制的技术流程

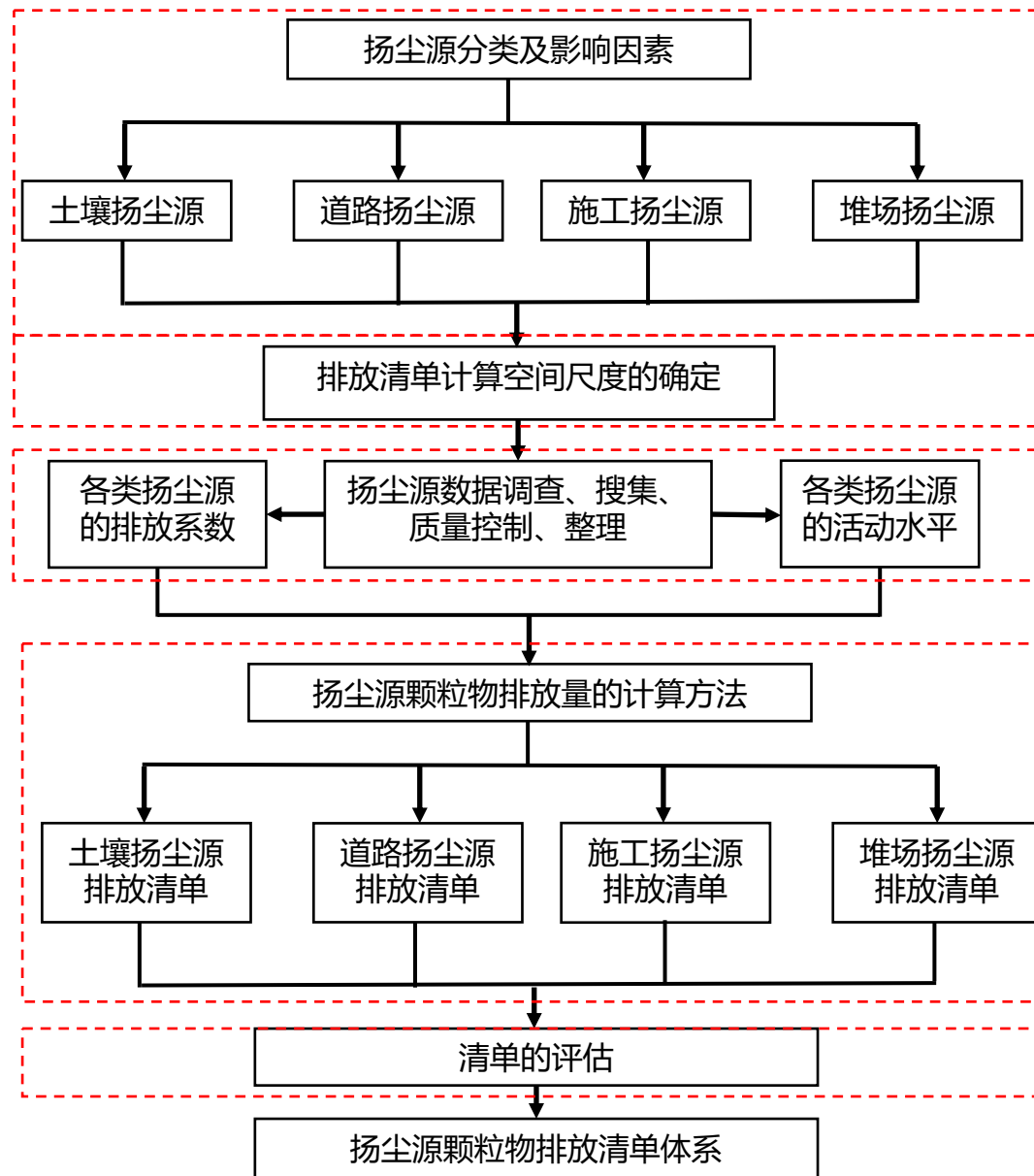
- 排放源分类分级体系确定

- 清单空间尺度的确定

- 数据调查收集和质控

- 扬尘源颗粒物排放量的计算

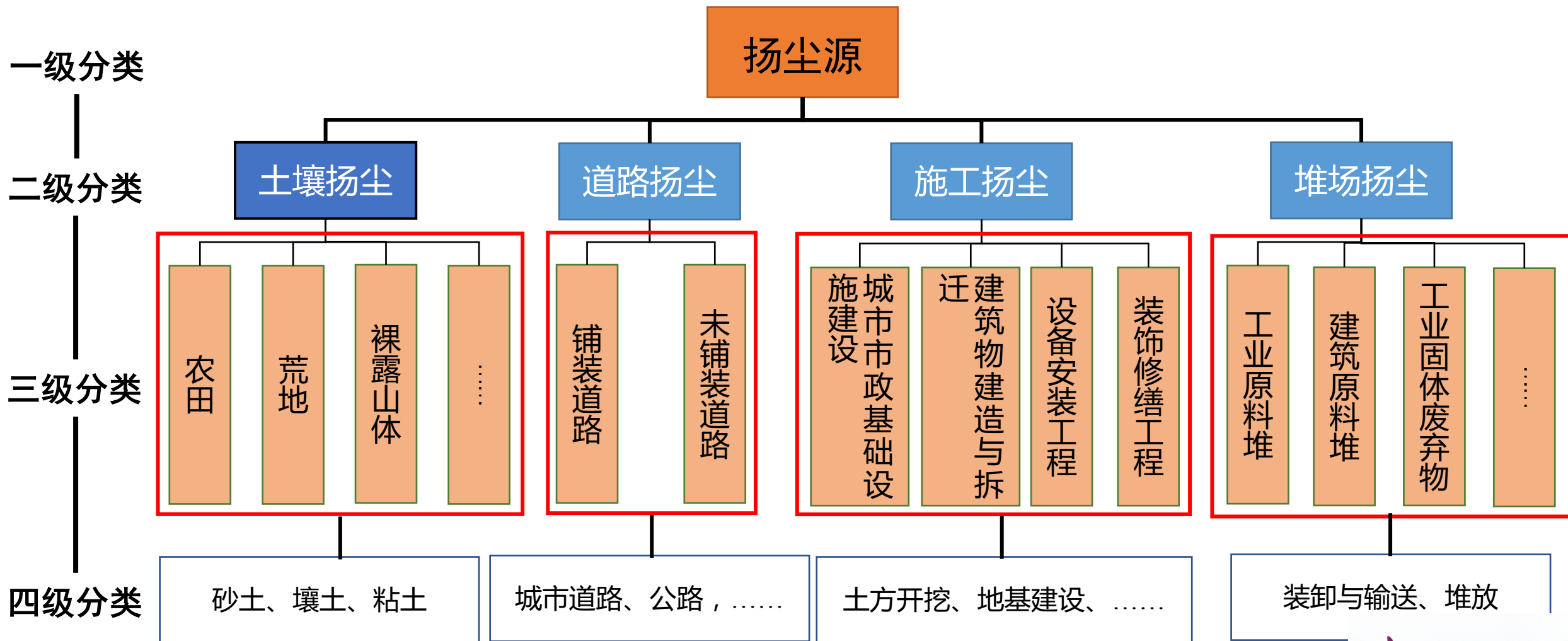
- 清单的评估



扬尘源颗粒物排放清单编制的技术流程

分类分级体系

分类分级体系



扬尘源颗粒物排放量计算

某一级扬尘源颗粒物排放量由下式计算：

$$W = E \times A \times T$$

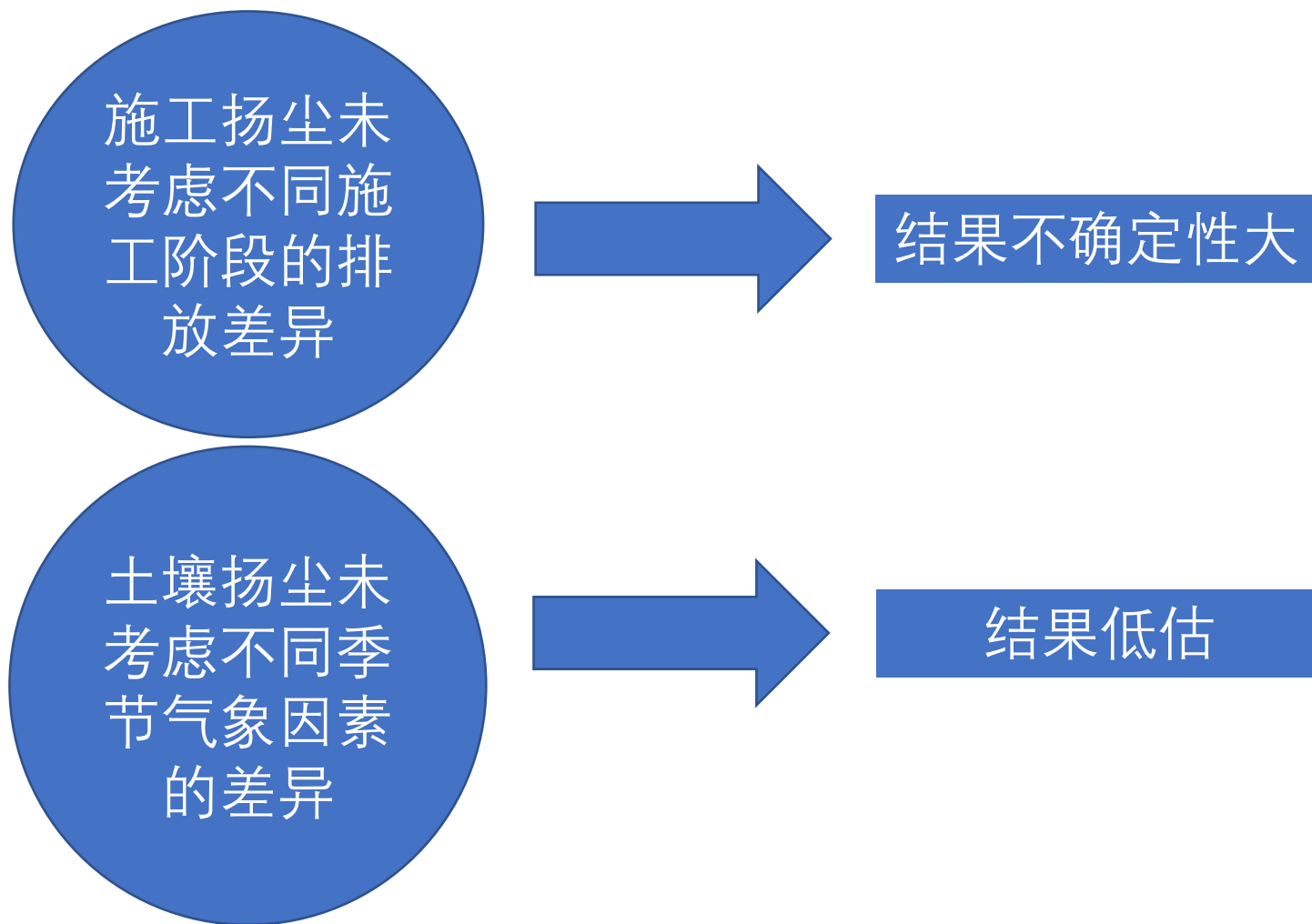
式中：W为某个给定排放源的扬尘排放量；E为排放源对应的单位活动水平的排放系数，一般为单位时间单位面积（道路扬尘源为单位道路长度）的扬尘源颗粒物排放量；A为扬尘源的活动水平因子；T为活动时间跨度。

扬尘源排放量计算所需基本信息

源类别	土壤扬尘源	道路扬尘源	施工扬尘源	堆场扬尘源
活动水平信息	土地面积	道路长度	施工面积	堆场面积
排放因子影响因素	土质、平均风速、降雨量、植被覆盖、潜在蒸发量、温度、控尘措施	车流量、车重、积尘量、含水率、控尘措施	施工阶段、风速、小时机动车数、积尘含水率、控尘措施	风速、含水率、控尘措施

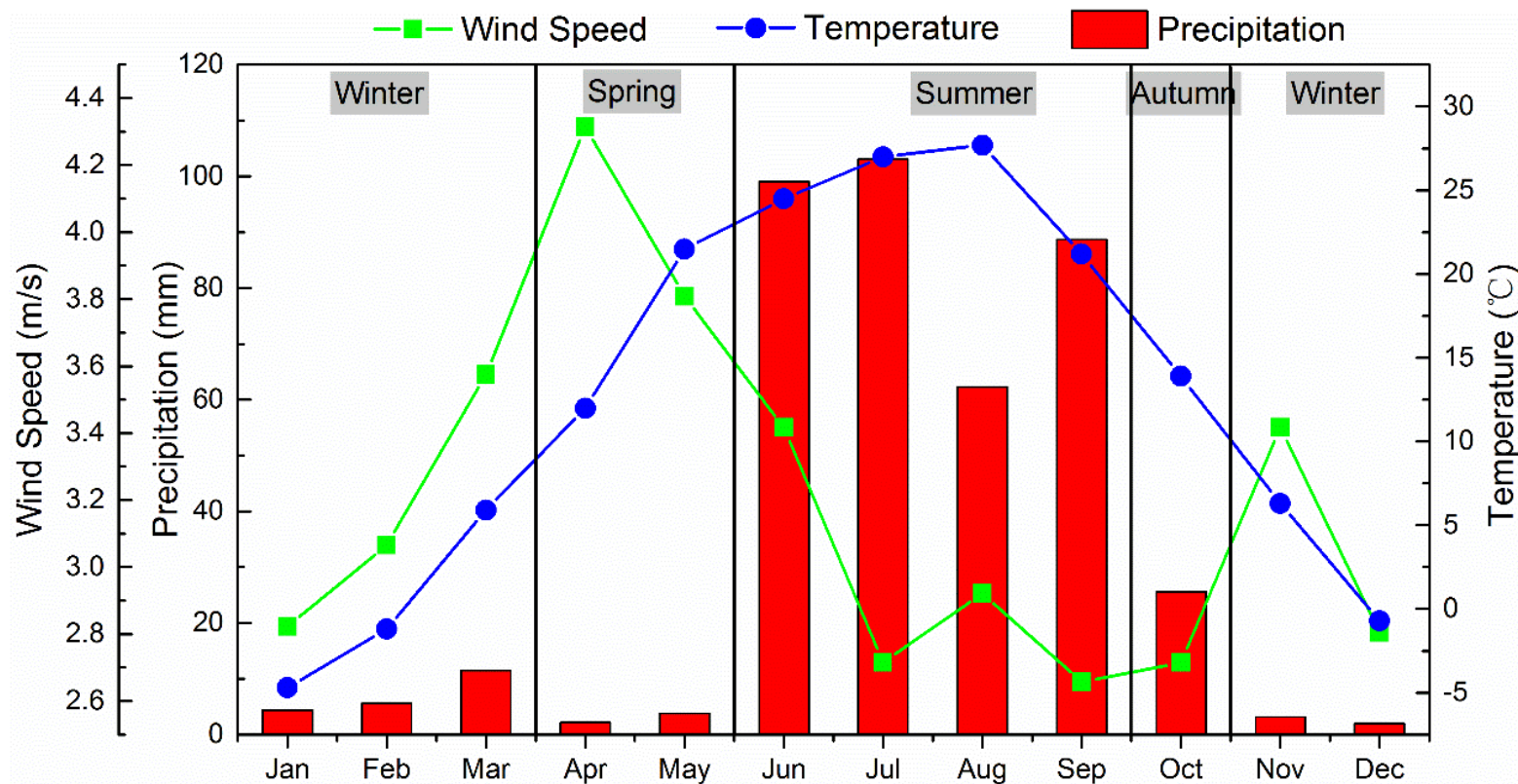
问 题

计算方法精细程度不足



清单时效性不足

- 清单更新速度慢，难以跟上当前我国大气污染治理的节奏；且多以年排放为主，少有季节性或月度清单。

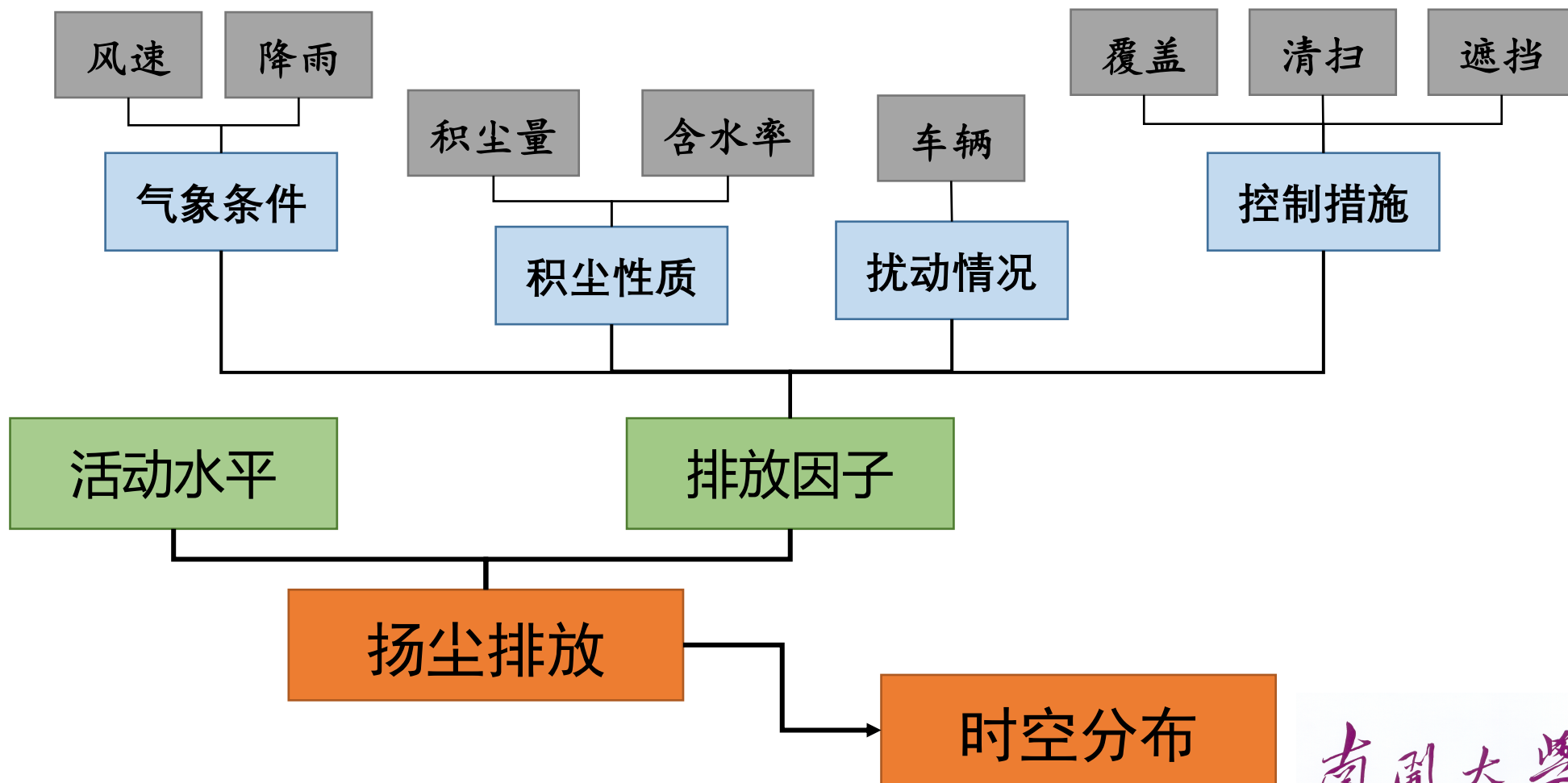


事实上，扬尘排放量存在巨大的季节性差异。左图
为影响扬尘排放的关键气象因素的季节变化图。

活动水平及相关参数获取困难

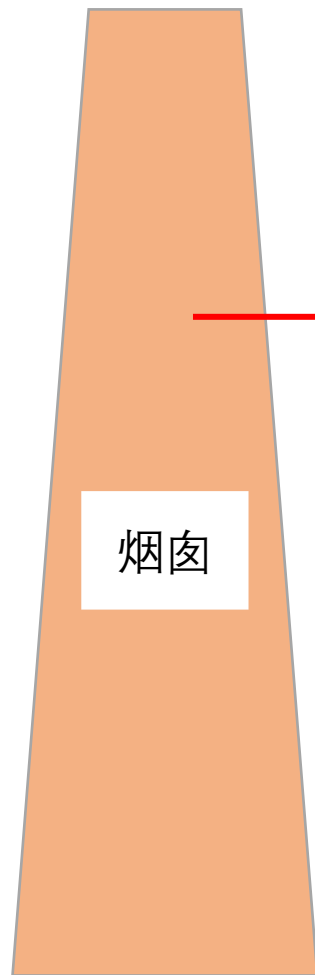
影响因素：

- 活动水平；
- 气象条件；
- 积尘性质；
- 扰动情况；
- 控制措施。



本地化排放因子缺乏

排放因子实测



监测
设备

烟气流量 f ;
测试时间 t ;
污染物浓度 c ;
燃料用量 m 。

(固定源)



(移动源)



南开大学

具体问题

2016年度2+26城市及部分省市扬尘清单存在的普遍问题：

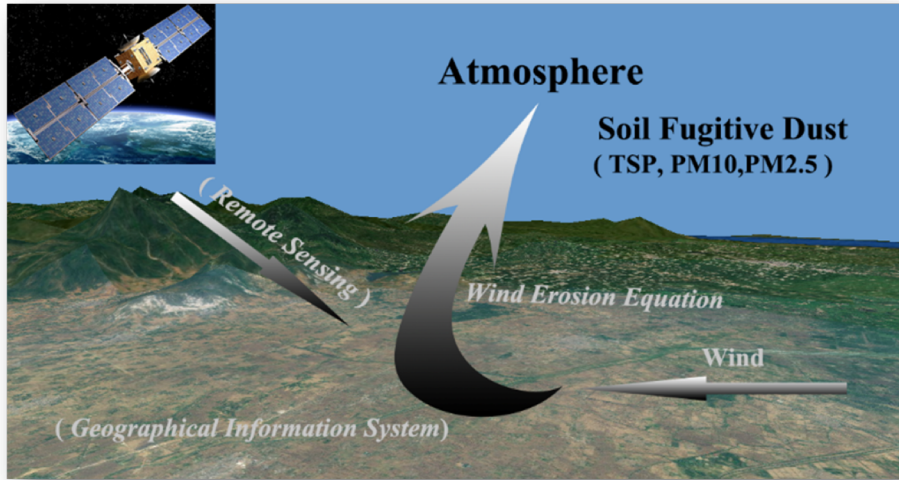
土壤扬尘：各地计算的土壤扬尘排放量过小，活动水平获取有问题

道路扬尘：积尘负荷没有实测，洒水等控制措施考虑不充分

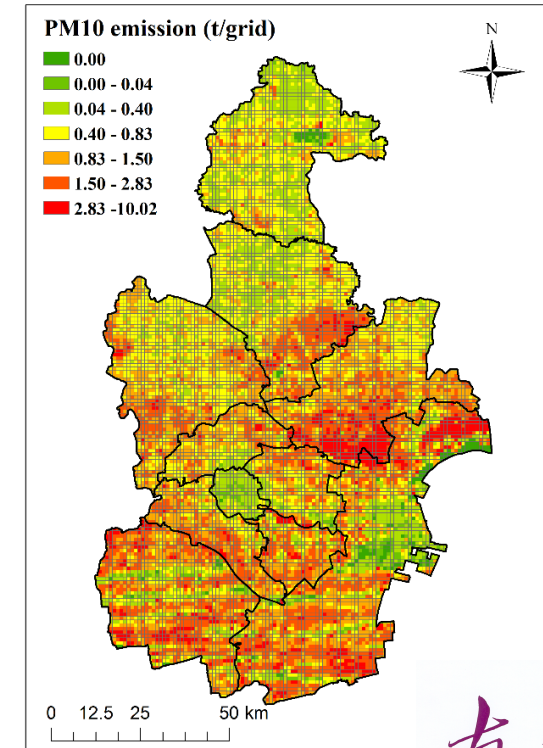
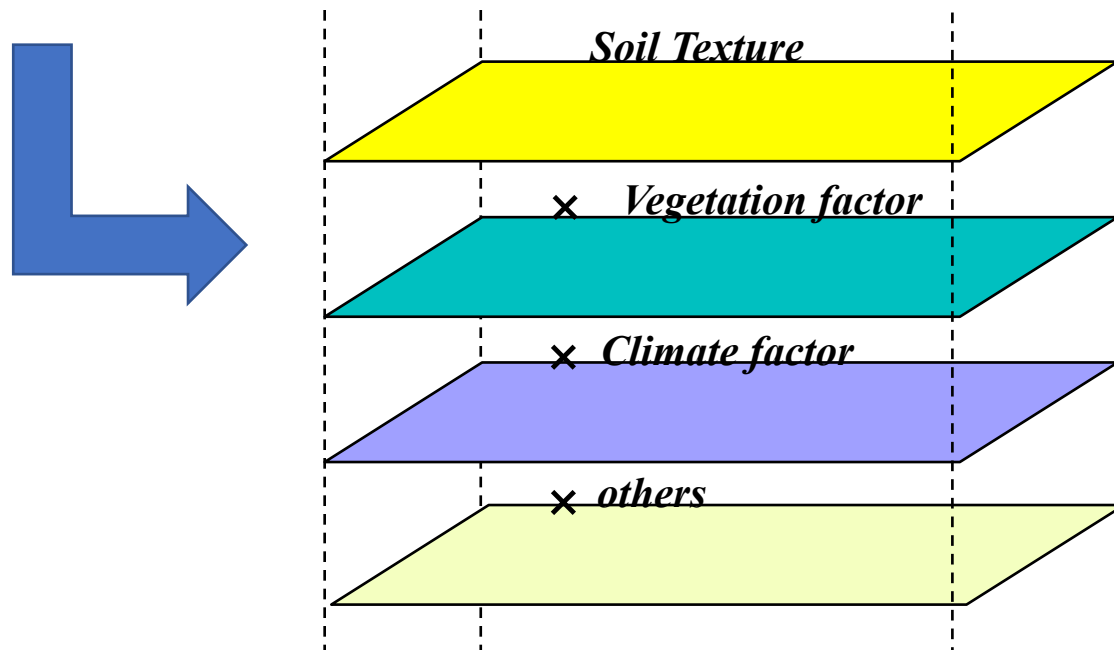
建筑扬尘：各工地施工阶段差异大，现有指南里未加以区分

堆场扬尘：堆场物料种类及含水率实测较少，计算结果偏差大

编制建议



- 充分利用遥感卫星资料与地理信息系统技术，实现区域或城市尺度扬尘源活动水平的高效获取



编制建议

- 加强本地化排放因子与相关参数的实测工作，探索简便可行的实测技术方案



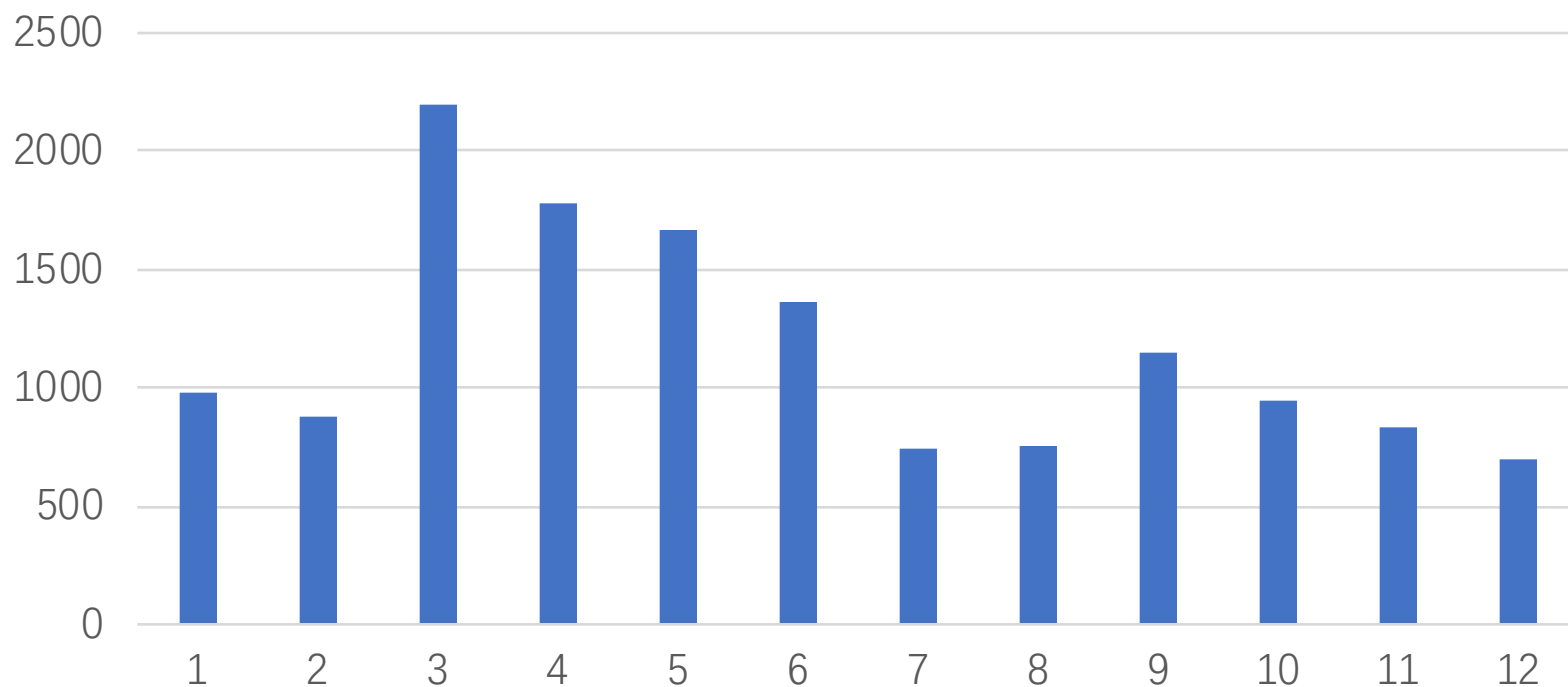
车流量的现场抽样实测



道路积尘实测

编制建议

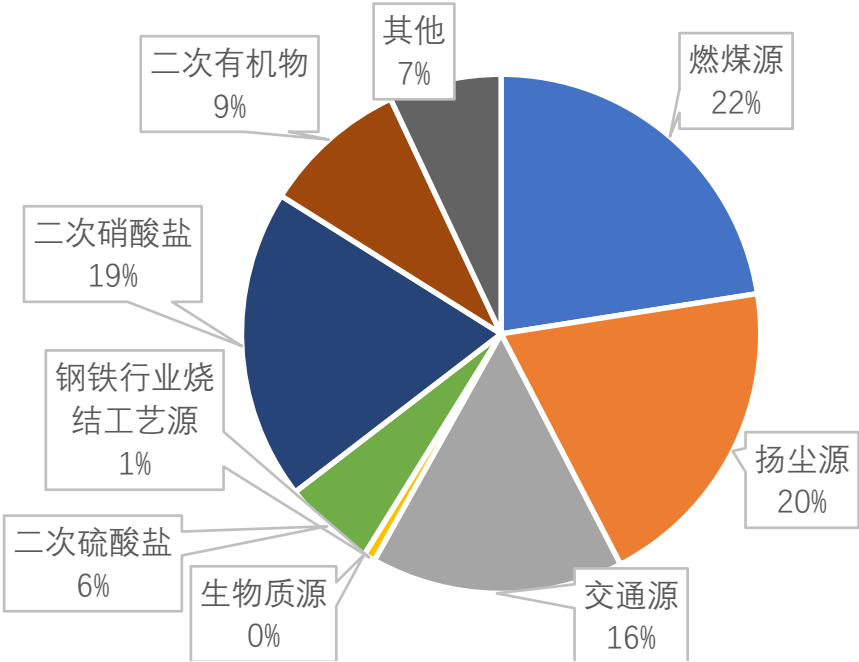
明确扬尘源季节或月度排放清单的更新要求，提高扬尘源排放清单的时效性。特别是对土壤扬尘，要规定按季节进行计算。



某市不同季节土壤扬尘排放量月度差异

清单在源解析技术中的应用

应用一：源解析结果精细化的重要依据



常规源解析结果



基于清单的精细化源解析结果

对受体模型和清单源内涵进行统一和重构

源分类

移动源：机动车（柴油车、汽油车、工程车）、火车机车；船舶；民用飞机，但主要是机动车。

机动车

工业源

石化
冶金
建材
其它

工艺过程源

工业源

工业锅炉：工业燃煤排放

电厂源：电厂燃煤排放。

民用燃煤源：家庭取暖、餐饮用煤以及小锅炉。

燃煤源

生物质
燃烧

生物质燃烧源：秸秆露天焚烧、自然火灾、户用柴火炉具。

扬尘：建立高分辨扬尘源排放清单

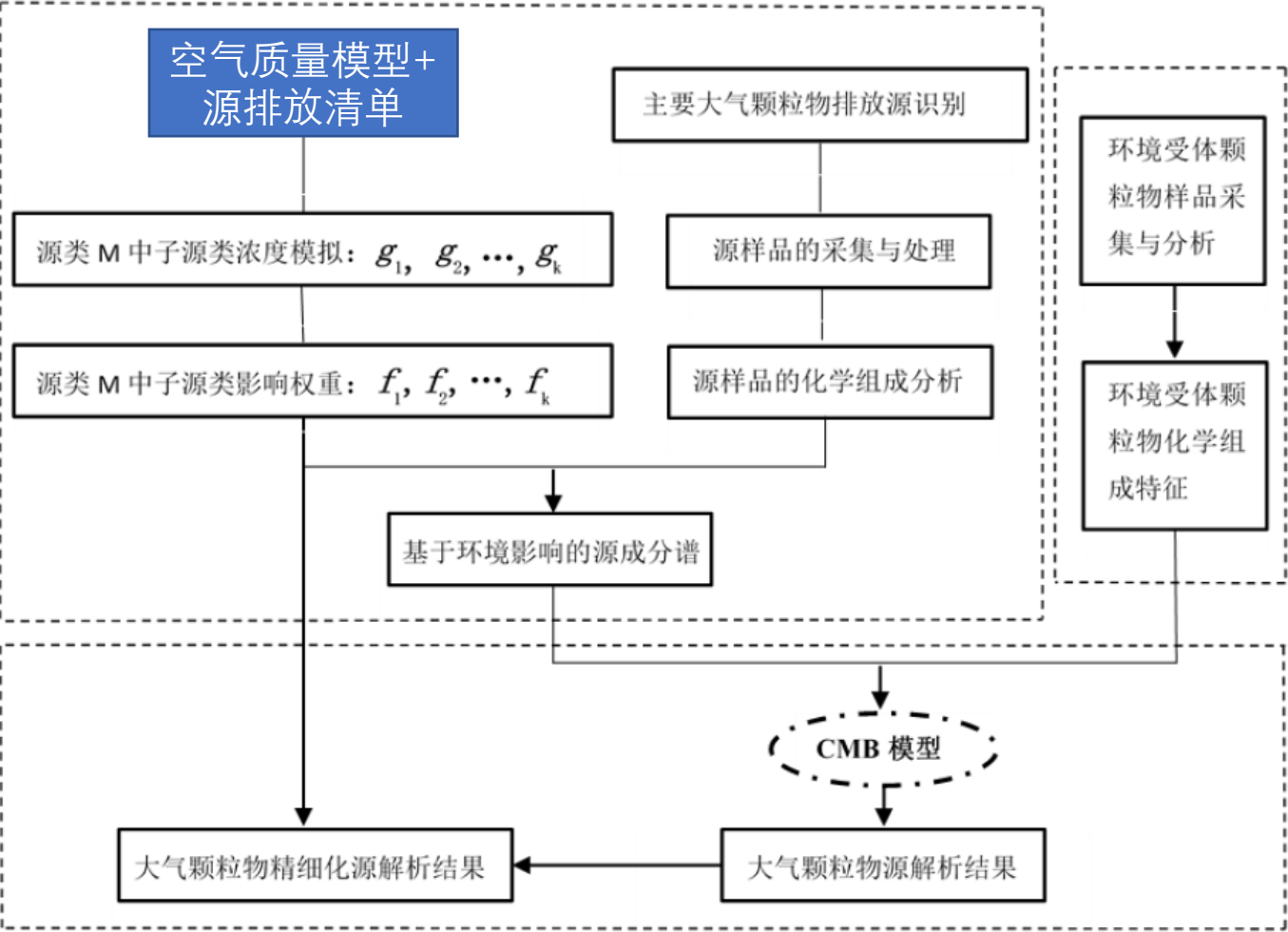
扬尘

植被排放：主要是VOCs和NH₃（农田排放）。

海洋源：海盐粒子、二甲基硫等海洋排放到大气中的物质。

清单在源解析技术中的应用

应用二：精细化源谱构建中的应用



中国环境科学

China Environmental Science

基于 CALPUFF-CMB 复合模型的燃煤源精细化来源解析

方法研究

王露¹, 毕晓辉¹, 刘保双¹, 邵计欣¹, 李廷昆¹, 张裕芬¹, 田瑛泽¹, 冯银厂¹ (1. 南开大学环境科学与工程学院, 国家环境保护城市空气颗粒物污染防治重点实验室, 天津 300350)

摘要: 为了科学准确地反映燃煤源对环境受体的影响情况, 本研究利用扩散模式(CALPUFF 模型)对燃煤源多种子源类的排放、扩散过程进行模拟, 得到燃煤源各子源类对环境受体中 PM_{10} 的影响权重, 进而构建更具代表性的燃煤源成分谱。然后将受体颗粒物化学成分和两套源成分谱(基于环境影响构建的燃煤源成分谱和基于各子源类煤质主成分加权平均的传统源成分谱), 分别输入 CMB 模型进行乌鲁木齐市采暖季环境受体中 PM_{10} 的来源解析。结果表明: (1) 基于 CALPUFF 模拟结果, 得到燃煤源的三类子源类: 电厂、供热、工业燃煤源的影响权重分别为 0.02、0.39 和 0.59; (2) 基于传统方法构建的源成分谱进行源解析的结果显示, 各源类的贡献大小依次为: 集中燃煤(27.2%)>城市扬尘(19.1%)>二次硫酸盐(15.7%)>民用散煤(9.9%)>二次硝酸盐(9.5%)>机动车尾气(7.6%)>钢铁尘(1.2%)>建筑水泥尘(0.2%)。而基于环境影响构建的源成分谱获得的结果显示: 二次硫酸盐(20.1%)>城市扬尘(20%)>集中燃煤(18.9%)>民用散煤(11.5%)>二次硝酸盐(10.5%)>机动车尾气(9%)>钢铁尘(1.7%)>建筑水泥尘(1.4%)。 (3) 基于不同燃煤源子源类对环境的影响权重, 将乌鲁木齐市颗粒物来源解析结果进一步细分, 得到相对精细化的来源解析结果。结果显示, 民用散煤的贡献为 11.5%, 电厂燃煤源为 0.4%, 供热燃煤源为 7.4%, 工业燃煤源为 11.1%。

关键词: PM_{10} ; CALPUFF-CMB; 燃煤源成分谱; 环境影响; 源解析

中图分类号: X823

文献标识码: A

文章编号:

Research on refined source apportionment of coal-combustion source based on CALPUFF-CMB models. WANG Lu¹, BI Xiao-hui¹, LIU Bao-shuang¹, GAO Ji-xin¹, LI Ting-kun¹, ZHANG Yu-fen¹, TIAN Ying-ze¹, FENG Yin-chang¹ (1. State Environmental Protection Key Laboratory of Urban Ambient Air Particulate Matter Pollution Prevention and Control, College of Environmental Science and Engineering, Nankai University, Tianjin 300350, China).

Abstract: In order to accurately reflect the influence of the coal combustion sources on atmospheric environment, the CALPUFF model was used to simulate the emission and transportation processes of PM_{10} emitted from different coal-combustion sources and to obtain the influencing weight-coefficient of every fine-sorted coal combustion source to ambient PM_{10} . Then, the weight-coefficients were applied to construct a more representative coal combustion source profile. Finally, source apportionment of PM_{10} during the heating season in Urumqi was carried out by chemical mass balance (CMB) model by combining the chemical compositions in ambient PM_{10} and two sets of source profiles (i.e., sources profiles that were constructed with traditional method and with environmental implication considered method). The results indicated that: (1) based on the simulation results of CALPUFF model, the weight-coefficients of coal-fired power plant, industrial and heating industrial is up to 0.02, 0.39 and 0.59, respectively; (2) The results of source apportionment based on traditional source profile shows that the source contribution ranked in coal combustion dust (27.2%), fugitive dust (19.1%), secondary sulfate (15.7%), residential coal combustion (9.9%), secondary nitrate (9.5%), vehicle exhaust dust (7.6%), steel dust (1.2%) and cement dust (0.2%). While that of source apportionment based on environmental implication considered source profile showed that the contribution of source ranked in secondary sulfate (20.1%), fugitive dust (20%), coal combustion dust (18.9%), residential coal combustion (11.5%), secondary nitrate (10.5%), vehicle exhaust dust (9%), steel dust (1.7%) and cement dust (1.4%). (3) In terms of influencing weight-coefficients of fine-sorted coal combu

谢 谢

bixh@Nankai.edu.cn



南开大学百年校庆
NANKAI UNIVERSITY
CENTENARY CELEBRATION