

附件 16

环 境 保 护 技 术 文 件

大气污染源优先控制分级技术指南 (试行) (征求意见稿)

目 次

前言.....	I
1 总则.....	1
1.1 适用范围.....	1
1.2 术语与定义.....	1
2 工作任务与程序.....	1
2.1 工作任务.....	1
2.2 工作程序.....	2
3 大气污染源分级种类.....	2
3.1 基于常规污染物环境影响的污染源分级.....	2
3.2 基于臭氧生成潜势的 VOCs 污染源分级.....	2
4 基础数据调查.....	2
4.1 污染源排放清单数据.....	2
4.2 空气质量监测数据.....	3
5 基于常规污染物环境影响的污染源分级技术方法.....	3
5.1 分级所涉及污染源种类.....	3
5.2 空气质量影响敏感因子计算.....	3
5.3 空气质量影响敏感因子归一化处理.....	4
5.4 污染源分级标准.....	4
6 基于臭氧生成潜势的 VOCS 污染源分级技术方法.....	4
6.1 分级所涉及污染源种类.....	4
6.2 污染源 VOCs 成分谱收集与测试.....	4
6.3 臭氧生成潜势计算与归一化处理.....	5
6.4 排放量归一化处理.....	5
6.5 污染源分级标准.....	5
7 大气污染源分级结论与优化减排方案建议.....	5
7.1 污染源分级结论.....	5
7.2 污染源优化减排方案建议.....	6
附录 A.....	7
附录 B.....	8
附录 C.....	9
附录 D.....	10

前言

为贯彻落实《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》、《大气污染防治行动计划》中提出的加强污染物减排、坚持污染物减排与质量改善相同步的要求，满足《国家环境保护“十二五”科技发展规划》关于“初步建立以总量削减和源头控制为核心的环境综合管理技术支撑体系”的国家环保科技需求，指导我国污染源优化减排方案的制定，实现空气质量的快速有效改善，并为未来经济、能源结构调整提供科技支撑，制定本技术指南。

本指南规定了大气污染源优先控制分级的一般性原则、内容、工作程序、方法和要求。

本指南适用于指导城市或区域环境保护部门开展大气污染源优先控制分级工作。

本指南附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录，附录 D 为资料性附录。

本指南由环境保护部科技标准司组织制订。

本指南主要起草单位：北京工业大学、清华大学、中国环境科学研究院、北京市环境保护科学研究院。

本指南环境保护部 2013 年 月 日批准发布。

本指南由环境保护部解释。

1 总则

1.1 适用范围

本指南规定了大气污染源优先控制分级的内容、工作程序、方法和要求。

本指南适用于指导城市或区域环境保护部门开展大气污染源优先控制分级工作。

1.2 术语与定义

下列术语和定义适用于本指南。

1.2.1 污染源

向大气环境中排放固态与气态污染物的排放源统称污染源。

1.2.2 污染源分级

将不同污染源按照一定的标准分成不同控制先后的级别。

1.2.3 目标区域

指进行污染源分级的城市或区域。

1.2.4 空气质量影响敏感系数

指污染源排放 1 吨污染物对目标区域空气质量的平均浓度贡献值。

1.2.5 敏感因子

指敏感系数除以对应污染物的空气质量二级标准所得因子。

1.2.6 常规污染物

本指南中指 SO₂、NO_x、颗粒物。

1.2.7 挥发性有机污染物（VOCs）成分谱

污染源排放 VOCs 的化学组分质量百分比组成。

1.2.8 VOCs 臭氧生成潜势

本指南中指污染源排放 1t VOCs 可生成的最大臭氧量。

1.2.9 推荐模式

本指南将附录 A 所列的数值模拟模式作为推荐模式，同时不排斥其他可实现相同功能及模拟效果的空气质量模型。推荐模式原则上采取互联网等形式获取，获取内容包括模式的使用说明、执行文件、用户手册、技术文档、应用案例等。推荐模式为空气质量模拟模式，用于污染源对区域空气质量影响敏感系数的模拟。

2 工作任务与程序

2.1 工作任务

通过调查、估算、模拟等手段，评估各地区排放源单位污染物排放（1t）对目标区域空气质量浓度的贡献，获取空气质量影响敏感因子，或分析不同 VOCs 排放源的臭氧生成潜势与排放量大小，并以此为依据开展常规污染物与 VOCs 污染源分级，为污染源优化减排方案、空气质量快速有效改善策略以及经济、能源结构调整措施的制定等提供科学依据或指导性意见。

2.2 工作程序

2.2.1 第一阶段。主要工作包括排放源清单调研与估算、VOCs 排放源成分谱的收集与测试、空气质量监测数据的收集等。

2.2.2 第二阶段。主要工作包括排放源空气质量影响敏感因子的计算与归一化处理、VOCs 排放源臭氧生成潜势的计算与归一化处理、污染源 VOCs 排放量的归一化处理、分级指数的计算与归一化处理等。

2.2.3 第三阶段。主要工作包括给出大气污染源分级结果，完成污染源分级报告，提出污染源控制方案建议等。

3 大气污染源分级种类

本指南中污染源分级针对常规污染物及 VOCs 分为两类：即分别为基于常规污染物环境影响大小的污染源分级和基于臭氧生成潜势的 VOCs 污染源分级。

3.1 基于常规污染物环境影响的污染源分级

基于常规污染物环境影响的污染源分级主要是针对 SO₂、NO_x 与颗粒物排放源的分级，其依据是空气质量影响敏感因子。该分级既可以针对环境中某种污染物（如 SO₂）进行污染源分级，也可以针对环境中多种污染物（如 SO₂、NO_x 与颗粒物）进行污染源分级。例如，当以 SO₂ 环境质量达标减排或控制硫酸型酸雨为目标，可选择 SO₂ 的污染源分级；以空气质量综合改善为目标时，可选择针对多污染物的污染源分级。

3.2 基于臭氧生成潜势的 VOCs 污染源分级

基于臭氧生成潜势的 VOCs 污染源分级针对的污染物是 VOCs，分级依据包括污染源单位 VOCs 排放（1t）的臭氧生成潜势与污染源 VOCs 总排放量。当以 VOCs 及 O₃ 污染控制为目标时，选择 VOCs 的污染源分级等。

4 基础数据调查

4.1 污染源排放清单数据

污染源排放清单数据包括两类：目标区域污染源排放清单与周边区域排放清单。

4.1.1 目标区域污染源排放清单

4.1.1.1 工业源

工业源排放清单要求详细到企业，污染物应至少包含 SO₂、NO_x、CO、颗粒物和 VOCs。工业源排放数据涉及行业应至少包括电力、冶金、建材、化工、其他工业锅炉。工业源排放数据包含信息为企业经纬度坐标、企业所属行业、烟囱高度、烟囱出口内径、烟囱排气温度、烟气流速、及各类污染物排放量。

数据来源主要包括污染源普查基础数据和重点污染源普查更新数据，各地区环境统计数据，辅以文献报道的排放因子加以类比核算。工业源排放数据包含信息见附录 B 表 B.1。

4.1.1.2 非工业源

非工业源排放清单要求至少为地市或区县分辨率，污染物应至少包含 SO₂、NO_x、CO、颗粒物、VOCs 和 NH₃。非工业源排放数据涉及行业应至少包括居民源、道路移动

源、非道路移动源、无组织扬尘源、人为 VOCs 挥发源、植被排放源、氨源、生物质燃烧源。

非工业源排放清单主要通过排放因子法核算：非工业源排放量=排放因子×活动水平。具体可依据我国污染源排放清单编制规范进行编制。若我国尚无相关规范，可参照美国排放清单编制指南进行编制，具体编制方法参见美国环保署网站 (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>)。

非工业源排放清单核算所需排放因子可通过文献调研或本地化实测获取。所需活动水平数据主要包括机动车保有量、机动车年均行使里程、道路类型、道路长度、道路尘负荷、道路车流量、道路平均车速、加油站汽油柴油消耗量、居民生活燃料消耗量、秸秆柴薪量、植被面积、牲畜数量、化肥使用量、溶剂涂料使用量、建筑施工面积、裸地面积等。活动水平数据获取方式有以下三种：1. 查阅各地统计年鉴、经济年鉴、行业年鉴；2. 通过与统计部门、交管部门、农业部门、林业部门、建设部门合作收集详细信息；3. 对于方式 1、方式 2 中无法获取的信息（如道路尘负荷），通过实地调查走访、测试等方法进行信息收集。

非工业源排放数据包含信息见附录 B 表 B.2。

4.1.2 目标区域外污染源排放清单

目标区域以外的周边区域网格排放清单可自行计算，亦可采用清华大学 MEIC 清单或北京工业大学建立的全国排放清单。

4.2 空气质量监测数据

收集目标区域内的空气质量监测数据。该数据用于数值模型的模拟结果验证。空气质量监测数据的时段应在模型模拟时段范围内。数据信息包括监测点名称、监测点经纬度、监测点颗粒物浓度、SO₂ 浓度、NO₂ 浓度。空气质量监测数据的形式为污染物浓度监测的小时值或日均值。空气质量监测数据包含信息见附录 C 表 C.1。

5 基于常规污染物环境影响的污染源分级技术方法

5.1 分级所涉及污染源种类

涉及分级的污染源应根据目标区域当地实际污染源情况与管理需求确定，一般应包含所有可控的人为污染源。建议应包括电力、冶金、建材、化工、其它工业、居民面源、无组织扬尘（交通扬尘、施工扬尘、裸地扬尘、工业无组织扬尘）、生物质燃烧等。根据各地区环境管理要求，工业源既可以细化至某一行业（如电力、冶金、建材、化工、其它工业等），也可以细化至具体污染源（如某企业）。

5.2 空气质量影响敏感因子计算

5.2.1 污染源空气质量影响模拟

利用指南推荐模式计算目标区域内不同排放源对区域空气质量平均浓度的贡献，该结果应是长期模拟结果的平均值。建议模拟时段至少包含近三年内两个年份的春、夏、秋、冬四季的代表月（建议选择 1、4、7、10 月）；计算对区域环境质量的影响时，模型受体点（或评价点）应均匀分布于目标区域中。

5.2.2 空气质量影响敏感系数计算

将模拟得到的各排放源对所有受体点的平均浓度贡献值除以相应排放源的年排放量，得到各排放源对区域空气质量影响的敏感系数 SF，即排放区域或排放源排放的某种污染物单位排放量（1t）对目标区域均匀受体点的污染物平均浓度。当针对空气 PM_{2.5} 进行污染源分级时，SF 应是污染源排放 SO₂ 对硫酸盐、NO_x 对硝酸盐、VOCs 对 SOA 与 PM_{2.5} 对一次 PM_{2.5} 的敏感系数之和。

5.2.3 空气质量影响敏感因子计算

计算各地区不同排放源的敏感因子 SI。敏感因子 SI 计算方法如公式（1）所示：

$$SI_i = \sum_j \frac{SF_{ij}}{S_j} \quad (1)$$

式中：i—排放源 i；

j—污染物 j，当 j=1 时，公式用于针对某种污染物的污染源分级，当 j>1 时，公式用于针对多种污染物的污染源分级；

SF_{i,j}—敏感系数，即排放区域或排放源(i)排放的某种污染物(j)单位排放量对目标区域均匀受体点的平均浓度，(μg/m³)/(t/a)；

S_j—污染物 j 的环境质量浓度二级标准值，μg/m³。

5.3 空气质量影响敏感因子归一化处理

归一化处理是统计学上常用的一种数据处理方法，可将数据无量纲化，并且使各数据所处范围一致（即全部归为 0-1 的值），因而便于对不同性质、不同单位、不同数值范围的数据进行综合评价。

为便于污染源分级，采用极差法对敏感因子进行归一化处理，使所有值均处于 0-1 之间。极差法原理如公式（2）所示。

$$\text{归一化指数} = \frac{\text{某值} - \text{最小值}}{\text{最大值} - \text{最小值}} \quad (2)$$

5.4 污染源分级标准

归一化后的敏感因子即为分级指数 PGI，根据 PGI 大小，结合当地大气污染源管理需求，将污染源分成若干级别。建议将不同地区不同大气污染源分成四级，分级标准如下：

- 1) 0.75 ≤ PGI ≤ 1.00，污染源级别为一级；
- 2) 0.50 ≤ PGI < 0.75，污染源级别为二级；
- 3) 0.25 ≤ PGI < 0.50，污染源级别为三级；
- 4) 0.00 ≤ PGI < 0.25，污染源级别为四级。

6 基于臭氧生成潜势的 VOCs 污染源分级技术方法

6.1 分级所涉及污染源种类

污染源分级涉及种类应根据当地实际污染源情况与管理需求确定。VOCs 污染源分类体系参见《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南（试行）》。

6.2 污染源 VOCs 成分谱收集与测试

通过调研与测试相结合的方法，收集典型人为污染源 VOCs 成分谱，获取各物种组分在总 VOCs 中的质量百分比。成分谱应至少包含附录 D 中所列出的 VOCs 组分。

6.3 臭氧生成潜势计算与归一化处理

查阅各类 VOCs 物种的最大反应增量值 (MIR)，或采用附录 D 中给出的 MIR 值，结合排放源 VOCs 质量百分比成分谱，计算不同地区不同污染源在排放 1t VOCs 的条件下，各组分的臭氧生成量 (OFP_i)，对各组分的臭氧生成量相加，得到该排放源每排放 1t VOCs 臭氧生成量 (OFP)：

$$OFP = \sum_i MIR_i \times \rho_i \quad (3)$$

式中：i—VOCs 物种；

MIR_i—VOCs 物种 i 的最大臭氧生成潜势 (t/t)；

ρ_i—VOCs 污染源中物种 i 所占的质量百分比。

利用公式 (2) 对不同排放源的 OFP 进行归一化处理，得到臭氧生成潜势归一化指数 OFPIN。

6.4 排放量归一化处理

基于目标区域内的 VOC 排放清单，利用公式 (2) 将各排放源的 VOCs 排放总量进行归一化处理，得到排放量归一化指数 EIN。

6.5 污染源分级标准

根据环境管理侧重，分别对臭氧生成潜势归一化指数 OFPIN 及污染源 VOCs 排放量归一化指数 EIN 分别赋予权重 (0-1，两者权重之和为 1) (建议 OFPIN 与 EIN 权重分别为 0.6 和 0.4) 进行加权加和，得到污染源分级指数 PGI：

$$PGI_i = k_1 \times OFPIN_i + k_2 \times EIN_i \quad (4)$$

式中：i—VOCs 污染源；

k—不同因子权重，k₁+k₂=1；

OFPIN_i—VOCs 污染源 i 臭氧生成潜势归一化指数；

EIN_i—VOCs 污染源 i 排放量归一化指数。

对污染源分级指数 PGI 再次利用极差法 (公式 (2)) 进行归一化处理，使所有值均处于 0-1 之间；根据分级指数 PGI，结合当地大气污染源管理需求，将污染源分成若干级别。建议将污染源分成四级，分级标准为：

- 1) 0.75 ≤ PGI ≤ 1.00，污染源级别为一级；
- 2) 0.50 ≤ PGI < 0.75，污染源级别为二级；
- 3) 0.25 ≤ PGI < 0.50，污染源级别为三级；
- 4) 0.00 ≤ PGI < 0.25，污染源级别为四级。

7 大气污染源分级结论与优化减排方案建议

7.1 污染源分级结论

给出各污染源优先控制分级结果，完成污染源分级报告。

7.2 污染源优化减排方案建议

根据各污染源分级结果与排放情况，环保部门结合当地的大气环境管理需求与社会经济发展状况，给出污染源优先控制的先后顺序，提出适合于目标区域的污染源优化减排方案。

附录 A

（规范性附录）

推荐模式

A.1 空气质量模式-CAMx

A.1.1 CAMx 是美国环境技术公司（ENVIRON）开发的三维网格欧拉光化学模式，也叫区域性光化学烟雾模式，它采用质量守恒大气扩散方程，以有限差分三维网格为架构，可模拟气态与颗粒态污染物。模拟的范围可从城市至大尺度区域。模型所需气象数据来自气象模型（如 MM5、WRF 等）模拟。

A.1.2 该模式含有颗粒物来源识别（PSAT）模块，可以在同一次模拟中解析出不同地区、不同排放源对目标区域的污染物浓度贡献。

A.1.3 CAMx 的说明、源代码、执行文件、用户手册以及技术文档可到 <http://www.camx.com/home.aspx> 下载。

附录 B

(规范性附录)

目标区域污染源排放数据包含信息

目标区域内污染源排放数据包含信息见表 B.1~表 B.2。

表 B.1 工业源排放数据包含信息

	企业经度	企业纬度	企业所属行业	烟囱高度	烟囱内径	烟气出口温度	烟气出口速度	SO ₂ 排放量	NO _x 排放量	PM ₁₀ 排放量	PM _{2.5} 排放量	CO排放量	VOC排放量
数据单位	度 (东经为正)	度 (北纬为正)	—	(m)	(m)	(K)	(m/s)	(吨/年)					
企业 1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
企业 2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....

表 B.2 非工业源排放数据包含信息

	地区	排放行业	SO ₂ 排放量	NO _x 排放量	PM ₁₀ 排放量	PM _{2.5} 排放量	CO排放量	VOC排放量	NH ₃ 排放量
数据单位	—	—	(吨/年)						
地区 1
地区 2
.....

附录 C

(规范性附录)

空气质量监测数据包含信息

目标区域内各站点监测数据包含信息见表 C.1。

表 C.1 空气质量监测数据包含信息

	时间（某日期某小时或某日期）	监测点纬度	监测点经度	SO ₂ 浓度	NO ₂ 浓度	PM ₁₀ 浓度	PM _{2.5} 浓度	其他所需关注污染物浓度
单位	—	度（北纬为正）	度（东经为正）	（微克/立方米）	（微克/立方米）	（微克/立方米）	（微克/立方米）	（微克/立方米）
站点 1
站点 2
.....

附录 D

(参考性附录)

典型 VOCs 污染源成分谱涉及物种与对应 MIR 值

烷烃	MIR	烷烃	MIR	烯烃和炔烃	MIR	苯系物	MIR
乙烷	0.3	2,3-二甲基戊烷	1.3	乙炔	1.0	苯	0.7
丙烷	0.5	3-甲基己烷	1.6	乙烯	9.0	甲苯	4.0
异丁烷	1.2	2,2,4-三甲基戊烷	1.3	丙烯	11.7	乙苯	3.0
丁烷	1.2	庚烷	1.1	1-丁烯	9.7	间,对-二甲苯	7.8
异戊烷	1.5	甲基环己烷	1.7	反-2-丁烯	15.2	苯乙烯	1.7
戊烷	1.3	2,3,4-三甲基戊烷	1.0	顺-2-丁烯	14.2	邻-二甲苯	7.6
2,2-二甲基丁烷	1.2	2-甲基庚烷	1.1	正戊烯	7.2	异丙基苯	2.5
环戊烷	2.4	3-甲基庚烷	1.2	反-2-戊烯	10.6	正丙苯	2.0
2,3-二甲基丁烷	1.0	辛烷	0.9	顺-2-戊烯	10.4	间乙基甲苯	7.4
2-甲基戊烷	1.5	壬烷	0.8	正己烯	5.5	对乙基甲苯	4.4
3-甲基戊烷	1.8	癸烷	0.7			1,3,5-三甲基苯	11.8
己烷	1.2	十一烷	0.6			邻乙基甲苯	5.6
甲基环戊烷	2.2	十二烷	0.6			1,2,4-三甲基苯	8.9
2,4-二甲基戊烷	1.6					1,2,3-三甲基苯	12.0
环己烷	1.3					间二乙基苯	7.1
2-甲基己烷	1.2					对二乙基苯	4.4

注：MIR 值来源于 Carter W P L, Development of the SAPRC-07 chemical mechanism and updated ozone reactivity scales, 2010.