

张小曳,张养梅,曹国良. 北京 PM<sub>1</sub> 中的化学组成及其控制对策思考. 应用气象学报, 2012, 23(3): 257-264.

## 北京 PM<sub>1</sub> 中的化学组成及其控制对策思考

张小曳<sup>1)\*</sup> 张养梅<sup>1)</sup> 曹国良<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(中国气象科学研究院 中国气象局大气化学重点开放实验室, 北京 100081)

<sup>2)</sup>(西安建筑科技大学环境与市政工程学院, 西安 710055)

### 摘 要

通过分析北京城区 2007 年夏季和秋季、2008 年冬季和春季 4 个季节 PM<sub>1</sub> 中硫酸盐、硝酸盐、铵盐、有机物和黑碳等气溶胶化学组成, 结合对我国及全球主要区域 PM<sub>10</sub> 中上述气溶胶组分及矿物气溶胶组成的评估, 发现因受干旱区产生的沙尘和城市逸散性粉尘的共同影响, 整个亚洲大陆, 尤其是我国的矿物气溶胶浓度与欧美国家城市区域气溶胶总和的平均值相当或更高。我国在重视控制 PM<sub>2.5</sub> 等细粒子污染的同时, 不应忽视对 PM<sub>2.5</sub>~PM<sub>10</sub> 之间粗粒子的控制力度; 北京城区春、夏、秋、冬的 PM<sub>1</sub> 平均质量浓度分别约为 94, 74, 66  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  和 91  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 全年平均约为 81  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 其中有机物气溶胶约占 41%, 硫酸盐占 16%, 硝酸盐占 13%, 铵盐占 8%, 黑碳和氯化物分别占 11% 和 3%, 细矿物气溶胶约贡献 7%。对于 PM<sub>2.5</sub> 污染的控制, 关键是消减 PM<sub>1</sub> 中主要气溶胶粒子的排放与转化, 其中对有机物的控制更为重要, 尽管对于北京而言进一步污染控制的难度已经很大。从科学上来说, 即使我国的控制措施能百分之百实现, 也很难稳定地达到欧美国家的空气质量水平, 因为我国本底矿物气溶胶的浓度较高。应进一步评估各项控制措施的适用性, 并制定考虑我国人群健康状况的 PM<sub>2.5</sub> 空气质量标准。

**关键词:** PM<sub>2.5</sub>; PM<sub>1</sub>; 气溶胶化学组成; 细颗粒物污染控制

### 引 言

2011 年 10 月 25—30 日北京出现了持续约 1 周的雾-霾天气, 10 月 29 日最为严重, 北京市气象台 5 min PM<sub>10</sub> 平均值曾达到每立方米空气中约 800  $\mu\text{g}$ , 该日美国大使馆的 PM<sub>2.5</sub> 观测也被媒体报称超过仪器上限, 而北京市环保局发布的该日空气质量为 II 级, 即轻度污染。观测的 PM<sub>10</sub> 与公众感受到的雾-霾天气有了很大差异, 加之媒体的关注, 要求观测 PM<sub>2.5</sub> 并控制大气中细气溶胶粒子, 似乎仅观测 PM<sub>10</sub> 不能准确地反映城市空气质量状况, 且只有有效控制 PM<sub>2.5</sub> 才可以使空气质量得到根本好转。我国环境保护部也于 2012 年 3 月批准发布了新的《环境空气质量标准》(GB 3095-2012), 并加入了大气细气溶胶粒子(PM<sub>2.5</sub>)的监测项目, 并对各地分期实施新标准的时间提出了要求。

在大气气溶胶粒子中, 硫酸盐、硝酸盐、铵盐以及有机物气溶胶中的二次气溶胶粒子是由气体转化形成的二次气溶胶粒子。黑碳、一次性排放到大气中的有机物粒子、矿物气溶胶和海盐均为直接从源地排放到大气中的一次气溶胶粒子组分。二次气溶胶<sup>[1]</sup>以及经燃烧直接排放的一次粒子(如黑碳和一次性排放的有机物粒子)<sup>[2]</sup>, 其直径通常小于 1  $\mu\text{m}$ , 即它们主要集中于 PM<sub>1</sub> 上, 也有少量矿物气溶胶粒子其粒径小于 1  $\mu\text{m}$ , 但大量的矿物气溶胶粒子粒径较粗。由此可知, 对 PM<sub>2.5</sub> 的控制, 关键是减少 PM<sub>1</sub> 中各种气溶胶组成的排放与转化, 且大气气溶胶中仍有大量一次性粗粒子其直径为 2.5~10  $\mu\text{m}$ , 认识 PM<sub>1</sub> 中各种化学组成及其来源是控制大气细气溶胶污染的基础。

以北京为例, 尽管对于北京 PM<sub>2.5</sub> 中的化学组成有过一些研究<sup>[3-6]</sup>, 但只有很少涉及到其中全面的化学组成分析, 也很少有包括四季的观测与分析<sup>[7]</sup>,

2012-04-09 收到, 2012-05-01 收到再改稿。

资助项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2011CB403401, 2010CB955608), 中国气象科学创新团队项目(2010Z002)

\* E-mail: xiaoye@cams.cma.gov.cn

当前还没有对北京  $PM_{10}$  中各种化学组成特征及其季节分布的报道。

本文分析了北京 2007 年夏季、秋季以及 2008 年冬季、春季四季中,  $PM_{10}$  中的气溶胶化学组成, 结合对我国 14 个站点滤膜采样获得的各气溶胶化学组成及全球其他主要区域气溶胶化学组成的评估, 并辅以北京大气气溶胶各组成排放源清单的研究, 试图对消减北京  $PM_{10}$  细气溶胶粒子的主要排放, 以及全面控制污染可能面临的问题提出建议。

## 1 观测与分析

2007 年 8 月 6—31 日、11 月 10—30 日, 2008 年 1 月 4 日—2 月 3 日、4 月 10 日—5 月 4 日在中国气象局培训中心 9 层楼顶 ( $39^{\circ}56'N, 116^{\circ}19'E$ ) 开展了一年不同季节气溶胶质谱 (AMS) 连续观测。AMS 观测可以每 5 min 完成 1 次、连续观测到小于  $1 \mu m$  气溶胶中的硫酸盐、硝酸盐、铵盐、氯化物和有机物等主要化学成分的质量浓度及其粒度谱, 有关观测方法和质量控制的介绍详见文献 [8]。在气溶胶质谱观测的同时, 每 3 d 采集 1 个 24 h 的  $PM_{2.5}$  滤膜样品, 滤膜样品是通过 MiniVolTM 采样器

(Airmetrics, Oregon USA) 采集, 分析了其中硫酸盐、硝酸盐、铵盐、有机物和元素碳以及地壳元素 (用于反算矿物气溶胶) 的质量浓度, 用于和 AMS 的观测进行对比, 观测方法详述见文献 [8]。对比结果表明, AMS 观测可以很好地给出细气溶胶粒子中各种化学组成, 详见文献 [9]。

## 2 矿物气溶胶质量浓度对比

通过评估我国大陆不同区域小于  $10 \mu m$  气溶胶中 6 种主要气溶胶组分 (包括矿物气溶胶、硫酸盐、有机碳、硝酸盐、铵盐以及黑碳) 的质量浓度、分布与变化 (图 1), 并对比了全球其他主要区域这些气溶胶的质量浓度 [10], 发现矿物气溶胶 (包括在干旱区因风蚀过程产生和传输的沙尘以及城市逸散性粉尘) 在亚洲大陆, 特别是在南亚的城市区域和我国其浓度要远高于欧美。在我国的华北城市和西北城郊区域其质量浓度的年平均值为  $80 \sim 85 \mu g \cdot m^{-3}$ , 从包括长三角的南方城市区域到东部和东北部的城郊区域, 矿物气溶胶浓度下降, 但也在  $20 \sim 40 \mu g \cdot m^{-3}$  之间, 这持续且动态地拉高了我国大气气溶胶的背景浓度。在欧美和东亚到东南亚的城市区域

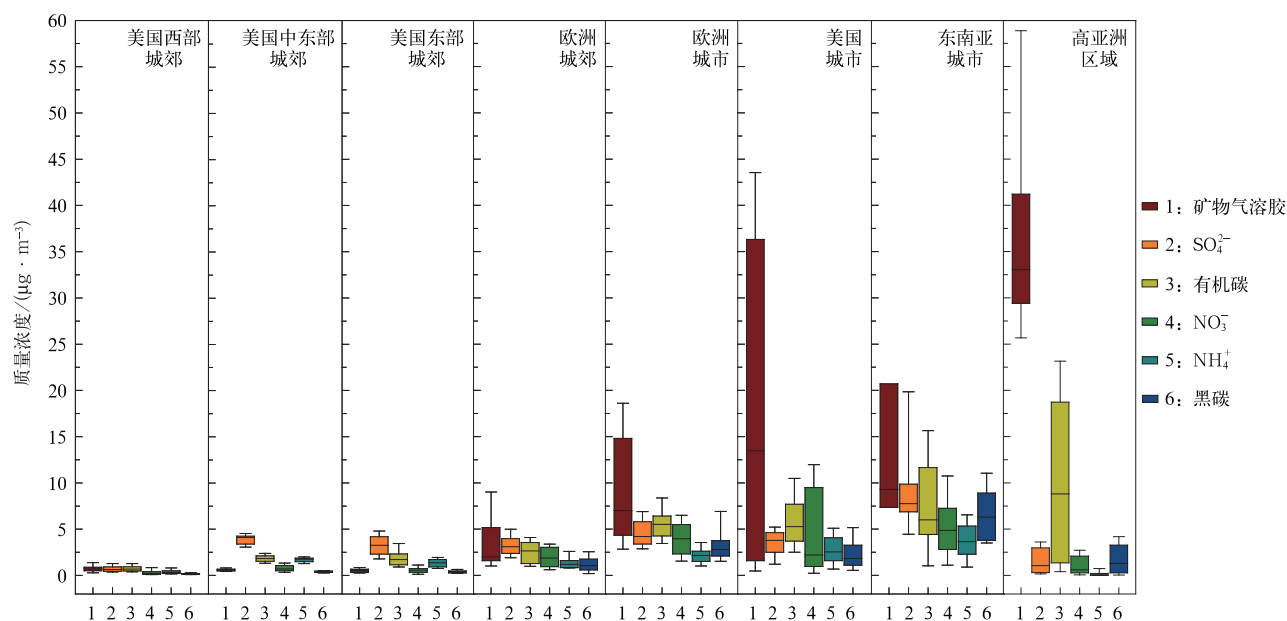
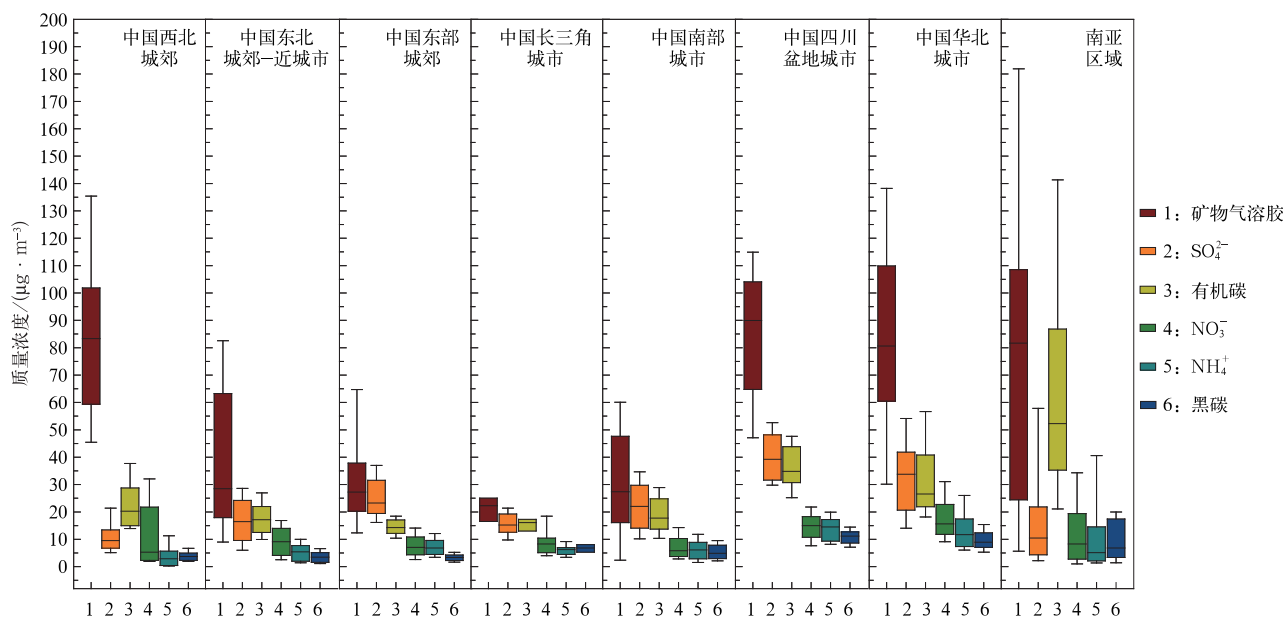


图 1 全球陆地 16 个区域 6 种小于  $10 \mu m$  主要气溶胶组分质量浓度对比 [10]

Fig. 1 Bar chart plots summarizing the mass concentration of 6 major types of aerosol particles in diameter smaller than  $10 \mu m$  with at least an entire year data from various rural and urban sites in 16 continental areas of the world [10]



续图 1

矿物气溶胶的质量浓度通常在  $10 \sim 20 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  之间,在其城郊区域质量浓度一般在  $10 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  以下。

### 3 全球气溶胶粒子中的主要成分

在全球的大多数区域内矿物气溶胶、硫酸盐和有机物气溶胶被发现是小于  $10 \mu\text{m}$  气溶胶粒子组分中的最主要的组成部分,硝酸盐和铵盐次之,黑碳含量最低<sup>[10]</sup>。在北美和欧洲的城郊区域,以上 6 种最主要的陆地气溶胶粒子质量浓度总和约为  $5 \sim 15 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  的水平、城市区域为  $22 \sim 37 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ,要低于东亚至东南亚城市区域的  $42 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 、我国西部城郊和城市区域的  $23 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  和  $67 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 、我国东部城郊和城市区域的  $62 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  和  $153 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 、以及南亚城市区域的  $238 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ <sup>[10]</sup>。

### 4 有机物是北京城市 PM<sub>1</sub> 中的重要组分

根据郝明途等<sup>[11]</sup>和中国气象局大气成分观测网(CAWNET)的观测,在北京的 PM<sub>10</sub> 中约有 60% 是 PM<sub>2.5</sub> 粒子,硫酸盐、硝酸盐、铵盐、二次有机物气溶胶这些由气体转化形成的二次气溶胶粒子<sup>[1]</sup>,以及经燃烧直接排放的粒子,如黑碳和一次性排放的有机物粒子其直径通常小于  $1 \mu\text{m}$ <sup>[2]</sup>,即主要集中于 PM<sub>1</sub>,对 PM<sub>2.5</sub> 的控制,关键是控制 PM<sub>1</sub> 中硫酸盐、有机物、硝酸盐、铵盐和黑碳的直接排放以及其前体

气体的排放和转化。在北京的矿物气溶胶中,也有约 5%~10% 的粒子其粒径小于  $1 \mu\text{m}$ <sup>[12]</sup>,可根据观测获得的总矿物气溶胶浓度估算出小于  $1 \mu\text{m}$  气溶胶粒子中矿物气溶胶的贡献(表 1)。

北京城区春、夏、秋、冬季的 PM<sub>1</sub> 平均质量浓度分别为约  $94, 74, 66 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  和  $91 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ,全年平均约为  $81 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (表 1)。其中有机物气溶胶约占 41%,硫酸盐占 16%,硝酸盐占 13%,铵盐占 8%,黑碳占 11%,氯化物占 3%,矿物气溶胶占 7%(图 2)。

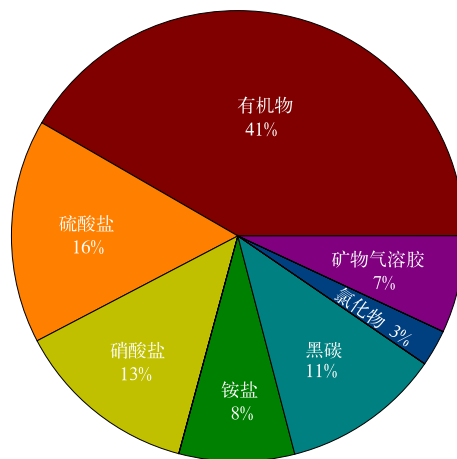


图 2 2007—2008 年北京城区 PM<sub>1</sub> 中各气溶胶化学组分比例  
Fig. 2 Percentage of chemical species of PM<sub>1</sub> in Beijing during 2007—2008

表 1 北京四季  $PM_{10}$  及其中各气溶胶化学组成的平均质量浓度(单位:  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ )  
Table 1 Mass concentration and chemical composition of  $PM_{10}$  in Beijing(unit:  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ )

气溶胶 化学组成	春季 (2008-04-10— 05-04, 565 h)		夏季 (2007-08-06— 08-31, 515 h)		秋季 (2007-11-10— 11-30, 476 h)		冬季 (2008-01-04— 02-03, 670 h)	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
有机物	34.3	13.3	28.4	14.4	29.5	22.2	42.6	25.0
硫酸盐	15.6	10.7	18.0	15.1	7.0	7.9	11.4	8.8
硝酸盐	16.3	11.9	9.3	11.4	7.6	7.4	9.2	6.8
铵盐	8.5	5.5	7.1	6.4	4.7	4.4	6.4	4.6
黑碳	9.4 <sup>①</sup>		7.8 <sup>②</sup>		8.1 <sup>①</sup>		11.6 <sup>①</sup>	
氯化物	1.6	1.2	0.7	1.1	2.7	2.5	3.5	2.6
矿物气溶胶 <sup>③</sup>	8.0	1.3	4.3	1.7	5.6	1.3	6.4	1.4
$PM_{10}$	94		74		66		91	

①考虑一次有机物与黑碳同源,并认为总有机物中有约 50% 为二次转化的粒子<sup>[10]</sup>,根据夏季与其他三季一次有机物浓度的比值以及夏季测到的黑碳质量浓度,估算的黑碳质量浓度。

②同期通过光学方法观测到的黑碳质量浓度,其转化和标校考虑了矿物气溶胶的贡献<sup>[13]</sup>。

③我国华北矿物气溶胶春、夏、秋、冬的平均质量浓度约为 106, 57, 74  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  和 86  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ <sup>[10]</sup>, 小于 1  $\mu\text{m}$  矿物气溶胶在北京占总矿物气溶胶的比例约为 7.5%(5%~10%<sup>[12]</sup>),以此估算获得的细粒子矿物气溶胶质量浓度。

可以看出对有机物气溶胶的控制应成为消减北京城市细气溶胶粒子的重要措施。根据中国气象科学研究院 2005 年建立<sup>[14]</sup>、2007 年更新<sup>[15]</sup>,以及本文更新到 2008 年的中国气溶胶排放源清单的估算,在北京一次排放的有机物气溶胶中最亟需控制的是

交通源中的柴油机动车排放(约占总排放的 25%),其次为燃煤排放,其中生活、商用和工业燃煤各约占 35%, 8% 和 7%。北京城郊秸秆露天焚烧也是一个不容忽视的来源,约占 12%,还有大量的小的来源也有贡献(图 3)。

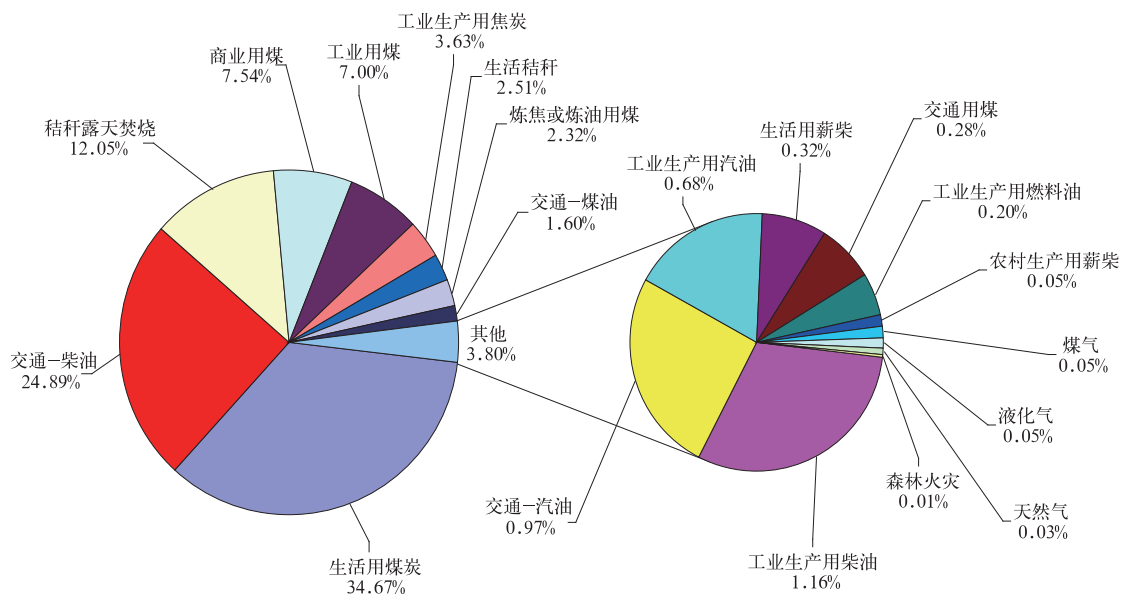


图 3 2008 年北京一次排放的有机物气溶胶中各来源所占比例

Fig. 3 Relative contributions of various sources for primary OC emission in Beijing during 2008

对于二次转化的有机物气溶胶,控制其前体气体-挥发性有机物(VOCs)的排放是关键,首先需要加大控制力度的是工业和生活垃圾处理时产生的排

放,各占北京挥发性有机物排放的 13% 和 12%,汽油和柴油挥发各占约 14% 和 12%,建筑用和居民用油漆各约占 4%,聚氯乙烯加工和饮料生产各约占

7%和 5%(图 4)。其他各种来源的挥发性有机物排放繁杂(约占 19%),控制措施也应不断跟进。

很大程度上和一次性排放的有机物气溶胶来源类似,对于黑碳的控制要特别注意交通源中的柴油

机动车排放(约占 34%),还有就是燃煤排放,其中生活(约占 29%)、工业(约占 8%)、商用(约占 6%)燃煤都需要加强控制措施,以消减黑碳的直接排放(图 5)。

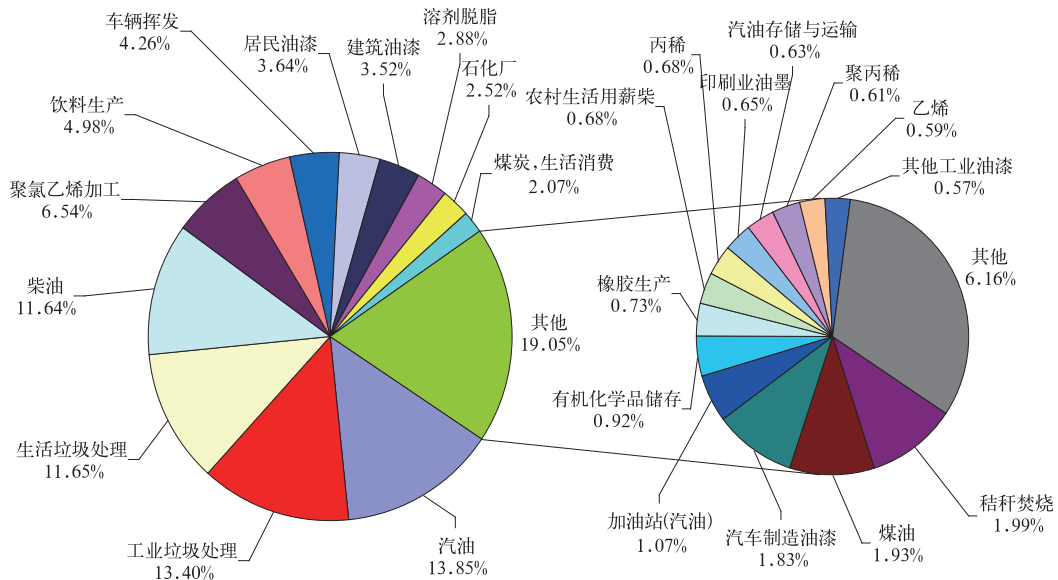


图 4 2008 年北京排放的挥发性有机物(VOCs)中各来源所占比例

Fig. 4 Relative contributions of various sources for VOCs emission in Beijing during 2008

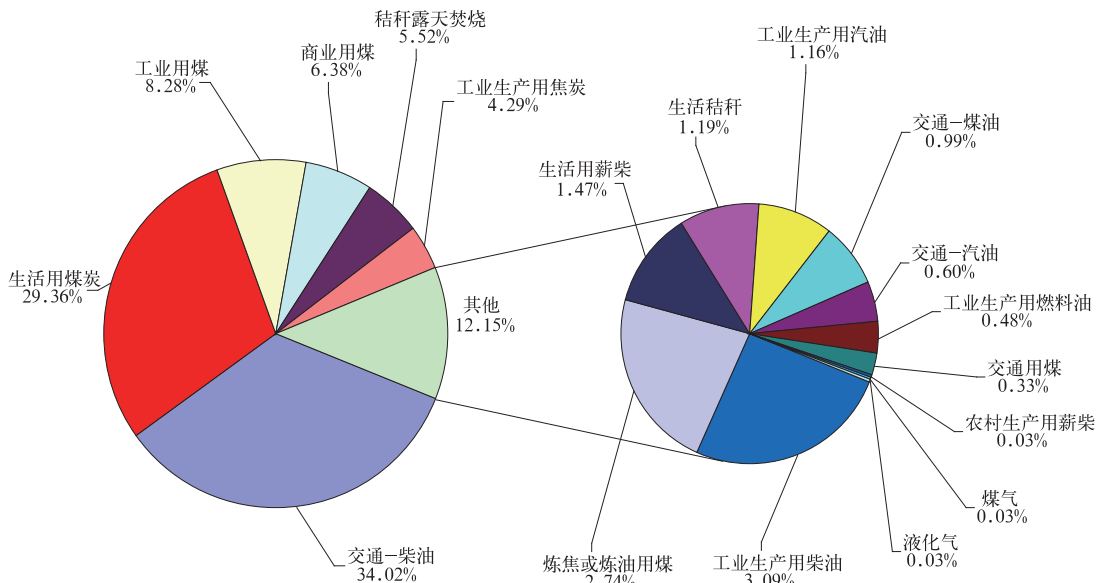


图 5 2008 年北京排放的黑碳气溶胶中各来源所占比例

Fig. 5 Relative contributions of various sources for BC emission in Beijing during 2008

继续加大对燃煤的控制是消减硫酸盐气溶胶主要前体气体即 SO<sub>2</sub> 的最重要手段,其中工业用煤和

用焦炭排放约占北京 SO<sub>2</sub> 的 27%和 26%,炼焦和炼油用煤排放约占 6%,工业生产用燃料油(约占

7%)和柴油(约占 9%)也是重要的排放类型,交通源中的和工业生产中的柴油消耗也各产生约 9%的排放(图 6),它们是最需要加强控制的排放源。

作为硝酸盐的前体气体  $\text{NO}_x$ ,其在北京的排放源主要包括工业用煤排放(约占 22%)、交通用柴油

(约占 25%)、汽油(约占 10%)和煤油(约占 17%),以及工业生产用汽油(约占 10%)和焦炭(约占 5%) (图 7)。所以控制工业燃煤、燃油以及机动车排放是关键,但由于生产需要能源,燃煤或燃油,超大城市人需要生活,机动车保有量的消减绝非易事。

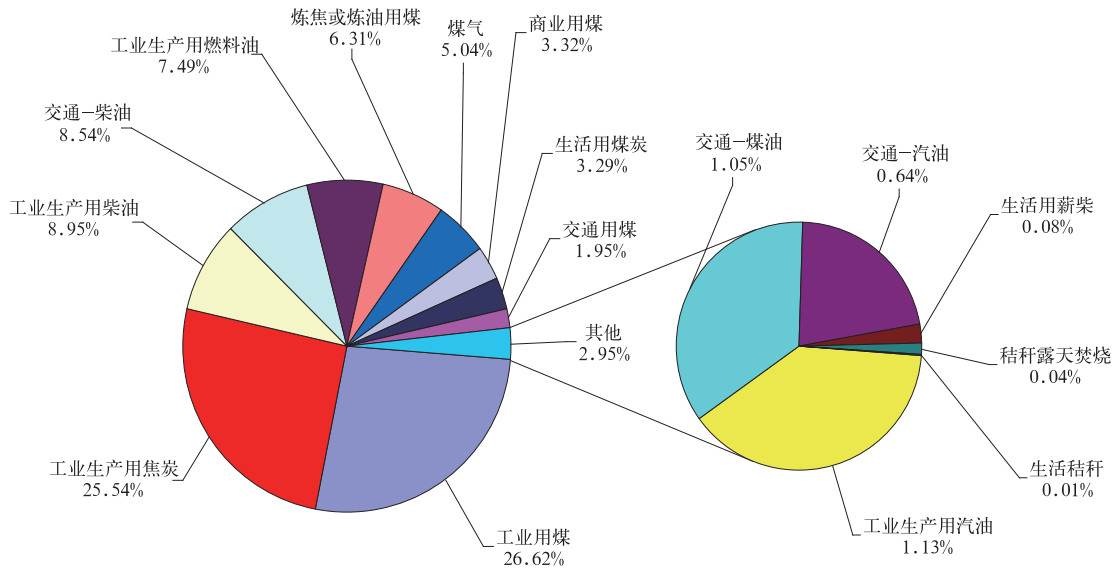


图 6 2008 年北京排放的  $\text{SO}_2$  中各来源所占比例

Fig. 6 Relative contributions of various sources for  $\text{SO}_2$  emission in Beijing during 2008

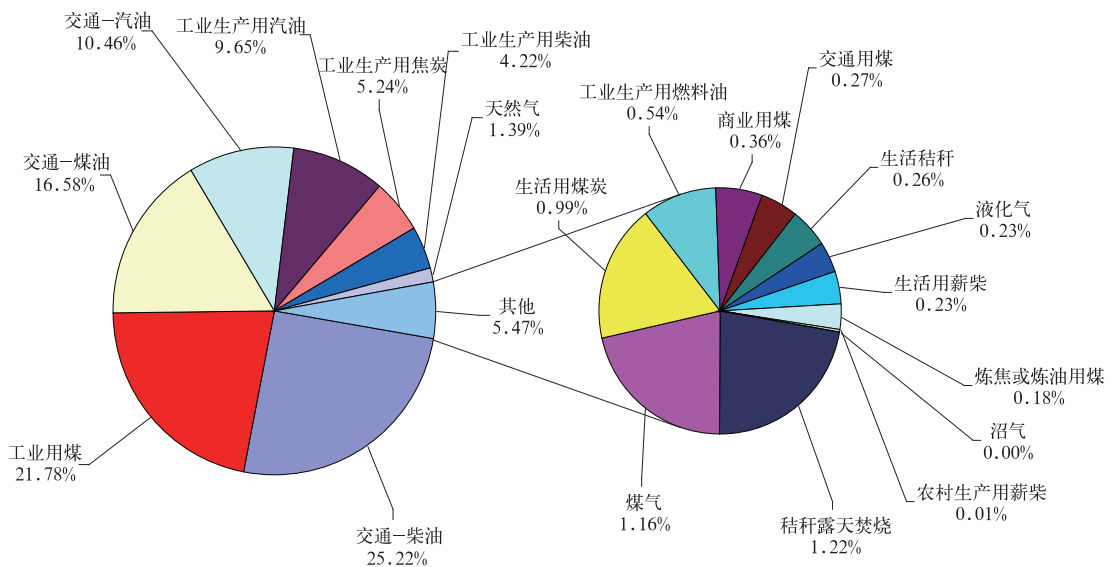
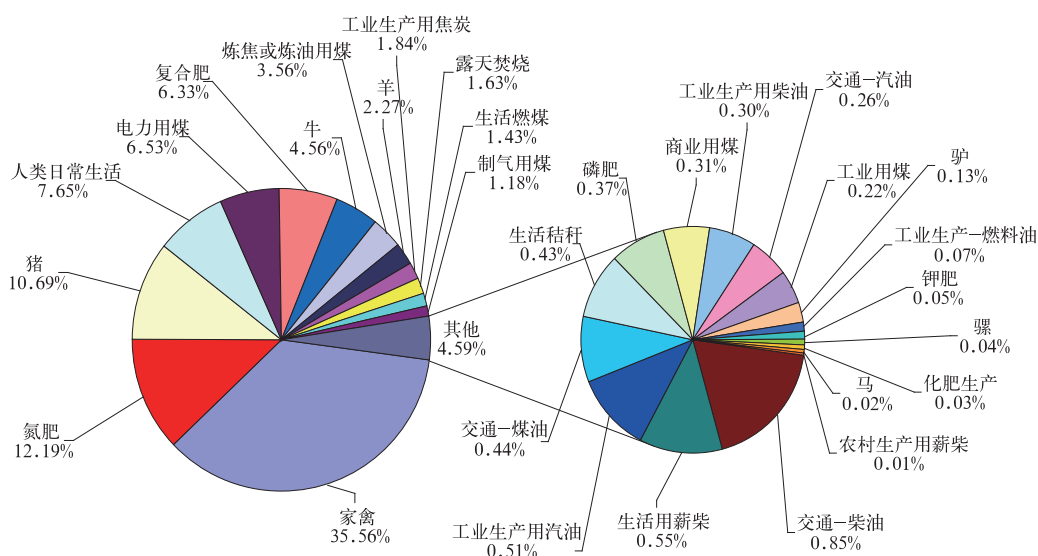


图 7 2008 年北京排放的  $\text{NO}_x$  中各来源所占比例

Fig. 7 Relative contributions of various sources for  $\text{NO}_x$  emission in Beijing during 2008

氨气是铵盐的前体气体,其在北京最重要的来源包括家禽(约占 36%)、氮肥(约占 12%)、复合肥(约占 6%)、人类日常生活(约占 8%)、电力用煤(约

占 7%)等(图 8),对这些来源氨气排放的控制将会有效消减铵盐的形成。

图 8 2008 年北京排放的 NH<sub>3</sub> 中各来源所占比例Fig. 8 Relative contributions of various sources for NH<sub>3</sub> emission in Beijing during 2008

## 5 结论与建议

综上所述,在控制北京细颗粒物的各种主要来源中,柴油机动车排放、汽油机动车的排放、燃煤排放特别是其中的生活和商用燃煤排放、垃圾处理包括生活垃圾和工业垃圾的处理、建筑用和居民用油漆等都涉及人的活动。北京作为拥有两千万以上人口的超大城市,控制与人类生活及活动紧密相关的这些污染源的排放困难之大可以想象;除此之外,与硫酸盐、部分硝酸盐污染有关的工业燃煤的控制,也处于攻坚阶段。对于机动车排放的控制,除了可以消减大量排放物外,还可以极大地消减大气的氧化性,减少二次气溶胶粒子的形成,此方面北京的控制力度已经很大,继续加大控制措施的压力巨大,维持保有量的小幅增长、提高汽车排放标准、加快老旧车辆的淘汰和换代是可以采取的措施。北京经过数轮大气污染治理,大的燃煤工业点源的脱硫、脱硝已经走在全国的前列,商业用煤基本已经被天然气替代,利用优质煤炭集中供暖和采用天然气供暖也走在全国前列,对还残存的工业、商业和居民燃煤排放的控制也处于挖潜和攻坚的阶段。除此之外,北京以南的天津、河北、山东和河南的污染控制措施需要进一步加大,只有这样才能从根本上改善北京及周边区域的空气质量。

除了细气溶胶粒子之外,直径为 2.5~10 μm 的粗气溶胶粒子的控制在北京也不容忽视。和城市逸散性粉尘有关的排放源,主要是煤烟尘,及城市本身的建筑工地、未覆盖的道路、道路开挖没有及时回填、道路没有及时清扫产生的矿物气溶胶,以及因地

处亚洲并接近亚洲粉尘源区<sup>[16]</sup>,来自城市之外输入的矿物粉尘,都对北京的矿物气溶胶有所贡献,这要求北京对粗粒子的控制力度不能放松。其中矿物气溶胶和污染气体还可以发生非均相化学反应,在其表面形成更多的硫酸盐、硝酸盐和氯化物<sup>[17]</sup>,并能够使其本身参与形成更多的云(雾)滴,使本已严重的空气污染更为复杂,能见度进一步降低,导致更为严重的雾、霾天气。

以上研究均表明,对北京大气污染治理的复杂性和艰巨性要有充分和科学的判断。由于我国的矿物气溶胶本底浓度与欧美国家城市区域气溶胶总和的平均值相当或更高,应理解即使我国的控制措施能百分之百实现,也很难稳定地达到欧美国家的空气质量水平,及时制定适用于我国人群及健康的 PM<sub>2.5</sub> 空气质量标准也很重要。

## 参考文献

- [1] Seinfeld J H, Pandis S N. From Air Pollution to Climate Change // Atmospheric Chemistry and Physics. New York: John Wiley, 1998.
- [2] Heintzenberg J. Find particles in the global troposphere. *Tellus*, 1989, 41B: 149-160.
- [3] 刘辉, 贺克斌, 马永亮, 等. 2008 年奥运前后北京城、郊 PM<sub>2.5</sub> 及其水溶性离子变化特征. *环境科学学报*, 2011, 31(1): 177-185.
- [4] 张仁健, 徐永福, 韩志伟. ACE-Asia 期间北京 PM<sub>2.5</sub> 的化学特征及其来源分析. *科学通报*, 2003, 48(7): 730-733.
- [5] 王玮, 汤大钢, 刘红杰, 等. 中国 PM<sub>2.5</sub> 污染状况和污染特征的研究. *环境科学研究*, 2000, 13(1): 1-5.
- [6] 薛立杰, 苏领彦, 吴少伟, 等. 北京市大气 PM<sub>2.5</sub> 中四种水溶性阴离子的水平变化比较. *生态环境学报*, 2011, 20: 1315-1319.

- [7] He K, Yang F, Ma Y, et al. The characteristics of PM<sub>2.5</sub> in Beijing, China. *Atmos Environ*, 2001, 35: 4959-4970.
- [8] Zhang Y M, Zhang X Y, Sun J Y, et al. Characterization of new particle and secondary aerosol formation during summertime in Beijing, China. *Tellus*, 2011, 63B: 382-394.
- [9] 张养梅. 京津冀地区亚微米气溶胶特征及其变化的观测分析研究. 北京:中国科学院研究生院, 2010.
- [10] Zhang X Y, Wang Y Q, Niu T, et al. Atmospheric aerosol compositions in China: Spatial/temporal variability, chemical signature, regional haze distribution and comparisons with global aerosols. *Atmos Chem Phys*, 2012, 11: 26571-26615.
- [11] 郝明途, 林天佳, 刘森. 我国 PM<sub>2.5</sub> 的污染状况和污染特征. *环境科学与管理*, 2006, 31: 58-67.
- [12] Zhang X, Arimoto R, An Z, et al. Atmospheric trace elements over source regions for Chinese dust: Concentrations, sources and atmospheric deposition on the Loess Plateau. *Atmos Environ*, 1993, 27: 2051-2067.
- [13] Zhang X Y, Wang Y Q, Zhang X C, et al. Aerosol monitoring at multiple locations in China: Contributions of EC and dust to aerosol light absorption. *Tellus*, 2008, 60B: 647-656, 10.1111/j.1600-0889.2008.00359.
- [14] Cao G, Zhang X, Zheng F. Inventory of black carbon and organic carbon emissions from China. *Atmos Environ*, 2006, 40: 6516-6527.
- [15] Cao G L, Zhang X Y, Gong S L, et al. Emission inventories of primary particles and pollutant gases for China. *Chinese Sci Bull*, 2011, 56: 781-788.
- [16] Zhang X Y, Gong S L, Zhao T L, et al. Sources of Asian dust and role of climate change versus desertification in Asian dust emission. *Geophys Res Lett*, 2003, 30: 2272. 10.1029/2003GL018206.
- [17] Li W, Shao L. Transmission electron microscopy study of aerosol particles from the brown hazes in northern China. *J Geophys Res*, 2009, 114: D09302.

## Aerosol Chemical Compositions of Beijing PM<sub>1</sub> and Its Control Countermeasures

Zhang Xiaoye<sup>1)</sup> Zhang Yangmei<sup>1)</sup> Cao Guoliang<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(Key Laboratory of Atmospheric Chemistry, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

<sup>2)</sup>(School of Environmental and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055)

### Abstract

The mass concentrations of sulfate, nitrate, ammonium products, organic matter and black carbon are measured at urban Beijing during summer, autumn of 2007 and winter, spring of 2008. Combining assessment of major chemical compositions in less than 10 micron particles with at least an entire year data from various rural and urban sites in 16 areas of the world, the concentration level of mineral aerosol in China, which is partially a result of sand and dust transported from desert areas and contributions from urban fugitive dust/fly ash sources, is found to be almost equivalent to or even higher than the sum of all kind of aerosols in urban Europe and North America, suggesting the control countermeasures for aerosol particle in diameter between 2.5 and 10 micron in China should not be neglected, especially when the country pays much attention to control the fine PM<sub>2.5</sub> particles. In urban Beijing, the averaged concentrations of PM<sub>1</sub> are around 94, 74, 66  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  and 91  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  for spring, summer, autumn and winter, respectively, with the annual mean of 81  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ . The relative contributions of organics, sulfate, nitrate and ammonium product are about 41%, 16%, 13% and 8%, respectively. The black carbon and chloride contribute Beijing PM<sub>1</sub> about 11% and 3%, respectively. The fine mineral aerosol contributes about 7%. The key of control PM<sub>2.5</sub> is to reduce the main emission species and their chemical transformation of PM<sub>1</sub> particles, and the more important is to control the organic matter at Beijing, although Beijing's pollution control has been very difficult since 26 million people living there. To be scientifically, even if China's control countermeasures can achieve one hundred percent, it is also hard to reach the air quality level of Europe and North America, because of the higher background mineral aerosol level. The cost-effective control measures and new PM<sub>2.5</sub> standard considering the health of Chinese need to be further investigated.

**Key words:** PM<sub>2.5</sub>; PM<sub>1</sub>; aerosol chemical compositions; fine particle control