

# “十二五”我国大气颗粒物污染防治对策

严 刚 燕 丽

(环境保护部环境规划院, 北京 100012)

**【摘要】**颗粒物是影响我国环境空气质量的首要污染物。本文深入分析了当前我国大气颗粒物的污染现状和排放控制现状, 总结分析污染分布特征, 评估重点行业和主要领域大气颗粒物污染控制情况及存在的不足。以此为基础, 从管理体系、控制手段和科学研究等方面, 提出“十二五”期间大气颗粒物污染防治的对策、措施和建议。

**【关键词】**颗粒物; 污染防治; 对策建议

**中图分类号:** X513    **文章标识码:** A    **文章编号:** 1673-288X (2011) 05-0020-04

随着大气污染防治工作的推进, 我国大气环境质量逐步改善, 但是可吸入颗粒物仍然是影响多数城市空气质量的首要污染物。而且随着城市化、工业化进程的加快, 细颗粒物污染日益突出, 严重影响区域大气能见度和公众健康。全面加强颗粒物污染防治已成为我国“十二五”期间大气污染防治的主要任务。

## 1 颗粒物污染现状

近年来, 为解决严重的煤烟型污染, 全国各地通过开展烟控区建设, 划分高污染燃料禁燃区、加强工业烟粉尘治理、加大工业结构调整力度、加快城市集中供热进程等措施, 全国大气环

境质量总体好转, 但是历年环境质量状况公报均显示 $PM_{10}$ 是影响城市空气质量的首要污染物。根据中国环境质量状况公报, 2009年全国有17.5%的城市空气质量未达到国家二级标准, 320个地级及以上城市中有51个城市 $PM_{10}$ 年均浓度超过国家二级标准, 超标城市比例达15.9% (见表1)。

从地区分布特征来看, 颗粒物污染较重的城市主要分布在西北、华北地区, 山西、陕西、河南、河北、宁夏、甘肃、新疆、内蒙古等省区的颗粒物污染比较突出, 总体上北方地区较南方地区污染严重。31个省会城市和直辖市 $PM_{10}$ 年均浓度平均为 $0.095mg/m^3$  (见图1), 远高于全国平均水平, 说明大城市颗粒物污染比中小城市更为严重。

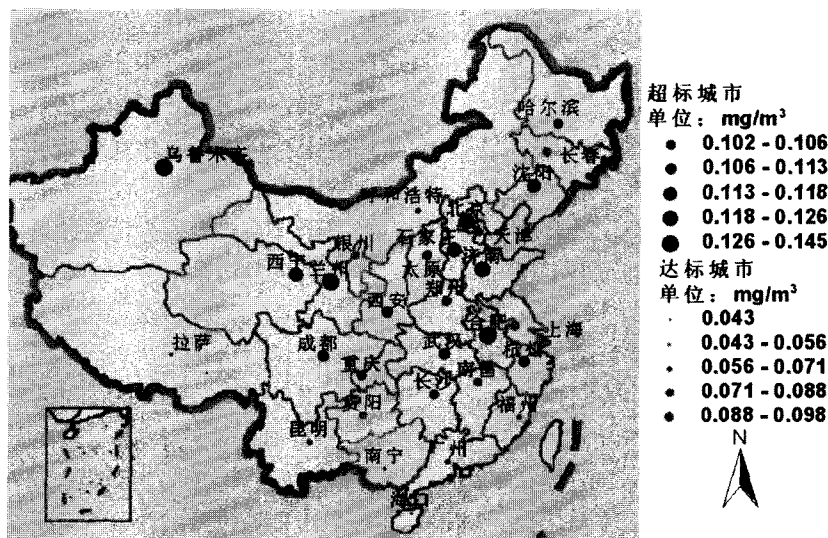
表1 2009年全国各地区 $PM_{10}$ 污染状况

| 地区       | 城市个数 | 超标城市比例 (%) | $PM_{10}$ 年均浓度最大值 ( $mg/m^3$ ) | $PM_{10}$ 年均浓度最小值 ( $mg/m^3$ ) | $PM_{10}$ 年均浓度平均值 ( $mg/m^3$ ) |
|----------|------|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 全国       | 320  | 15.94      | 0.206                          | 0.016                          | 0.078                          |
| 北方地区     | 148  | 25.78      | 0.206                          | 0.035                          | 0.089                          |
| 南方地区     | 172  | 7.56       | 0.111                          | 0.016                          | 0.068                          |
| 直辖市、省会城市 | 31   | 45.2       | 0.150                          | 0.038                          | 0.095                          |

注: (1) 不包括港澳台地区; (2) 表中数据来源于2009年中国环境质量状况公报。

**项目资助:** 世界银行《中国大气污染控制综合管理研究》(项目编号: 7156190)。

**作者简介:** 严刚, 高级工程师, 博士; 主要从事大气环境保护规划、环境经济政策、能源与环境等领域研究。

图1 2009年环保重点城市 $\text{PM}_{10}$ 年均浓度分布

随着城市化的加速发展、机动车保有量的快速增长和重化工业日趋加重,使得我国部分城市大气污染正从单一的煤烟型污染向复合型空气污染转型,以细粒子( $\text{PM}_{2.5}$ )为特征的二次污染呈加剧态势。2010年 $\text{PM}_{2.5}$ 监测试点的年均值为 $0.047\text{mg}/\text{m}^3$ ,超过世界卫生组织推荐的发展中国家最宽松限值要求的35%。复合型大气污染导致能见度大幅度下降,京津冀、长三角、珠三角等区域每年出现灰霾污染的天数达100天以上,个别城市甚至超过200天。

## 2 颗粒物排放控制现状

我国自上世纪70年代开始,将消烟除尘作为环境保护的重点工作,对工业和生活排放的烟尘和工业粉尘制定相应的控制措施,尤其是工业行业烟粉尘排放取得初步成效。但颗粒物来源和构成非常复杂,目前单纯控制烟尘和工业粉尘排放不能解决颗粒物污染问题,且电力、工业锅炉及工业窑炉的烟粉尘排放控制水平已经不能满足环境管理需求。

### 2.1 电力行业烟尘治理水平仍有待提升

随着《火电厂大气污染物排放标准》的逐步加严,火电厂除尘设备由上世纪70年代初的低效水膜除尘器和机械除尘器逐步升级改造为高效静电除尘器,火电厂除尘技术水平不断提升,促进火电烟尘排放控制取得一定成效,从1995年到

2008年,烟尘排放量稳定保持在300万吨左右,单位发电量烟尘排放强度由 $4.5\text{g}/\text{kWh}$ 下降到 $1.1\text{g}/\text{kWh}$ 。目前,95%以上的火电机组安装高效静电除尘器,除尘效率达99%以上,但静电除尘器对细粒子的捕集效率较低,导致大量细粒子排放到大气中,通过远距离传输,影响区域空气质量。为改善区域环境质量,国务院办公厅转发《关于开展区域大气污染联防联控改善环境质量的指导意见》(国发[33]号)中明确要求,所有火电、工业锅炉需要采用袋式除尘等高效除尘技术。

### 2.2 工业锅炉烟尘控制水平相对滞后

燃煤锅炉大气污染物排放是导致我国大气污染严重的主要原因之一。据不完全统计,截止到2008年底,全国有各类工业锅炉56.88多万台,总蒸发量294.5万吨/时。其中燃煤工业锅炉约为48万多台,总蒸发量为250多万吨/时,占全国工业锅炉总台数和总蒸发量的85%左右,年耗原煤约6.4亿吨,占全国煤炭消费量的23.5%<sup>[1]</sup>。由此测算,2008年全国燃煤工业锅炉排放烟尘约为486万吨,占全国烟尘排放量的54%,其排放量和污染贡献要高于火电行业。但我国燃煤锅炉单台容量小,设备陈旧老化,相对火电行业,污染控制水平较低。目前我国工业锅炉的主流除尘设备是旋风除尘器,小于 $10\text{t}/\text{h}$ 的锅炉基本上配置了单管或多管旋风除尘器,大于 $10\text{t}/\text{h}$ 的部分锅炉配置了多筒、多管旋风除尘器或者湿式除尘器,但是这些除尘

设备除尘效率较低,难以满足日趋严格的污染控制要求。

### 2.3 城市扬尘污染缺乏有效管理机制

当前我国正处于城市基础设施建设的高峰期,建筑、拆迁、道路施工及堆料、运输遗撒等施工过程产生的建筑尘和道路扬尘,以及城市周围生态环境的恶化,导致城市扬尘污染呈现进一步加重趋势<sup>[2]</sup>。根据对长三角、珠三角和京津冀的调查结果和部分城市颗粒物源解析结果显示,城市扬尘对颗粒物的排放贡献为40~60%。北方地区由于气候干燥少雨,易受沙尘影响,扬尘污染尤为突出。城市扬尘排放来源具有广泛性、不确定性和反复性特点,其污染防治又涉及环保、城建、园林、交通、环卫等诸多部门,由于缺乏统一协调管理机制和有效的监管手段和处罚依据,成为各地监管的难点。

### 2.4 移动源颗粒物污染控制亟待加强

机动车不仅是一次颗粒物的主要来源,也是二次细粒子主要前体物的重要贡献者。根据全国第一次污染源普查结果,截止到2009年底,全国机动车保有量接近1.4亿辆,颗粒物排放量为56.1万吨<sup>[3]</sup>,加强机动车颗粒物排放以及氮氧化物、碳氢化合物的综合控制,已成为我国大气颗粒物污染防治的重要任务。

## 3 “十二五”颗粒物污染防治对策建议

为加强颗粒物污染控制,全面改善环境空气质量,“十二五”期间,我国需要转变现有环境管理思路,建立以颗粒物污染控制为突破口的环境空气质量管理机制,以电力、工业、交通源和面源为重点,有效控制一次颗粒物排放;结合二氧化硫、氮氧化物等总量控制,充分利用协同控制手段,有效减少二次细粒子产生。

### 3.1 建立以颗粒物污染控制为突破口的环境空气质量管理体系

建立城市环境空气质量达标管理机制,促进颗粒物浓度达标。鉴于颗粒物污染特征存在显著区域差异,借鉴发达国家经验,建立以颗粒物浓度达标为目的的城市空气质量管理机制,要求空气中PM<sub>10</sub>年均浓度未达国家二级标准的城市制定城市空气质量达标计划,确定城市空气质量改善

目标和控制任务,建立健全评估考核机制,促进城市空气质量全面达标。对于以细粒子污染为主的区域复合型污染严重的地区,亟需打破行政管理界限,建立区域联防联控机制,形成统一的污染防治体系,改善区域空气质量。

### 3.2 开展多污染源、多污染物协同控制

大气颗粒物是工业、交通、电力、其他生产和生活以及天然源排放的一次颗粒物和由气态污染物向颗粒物转化而生产二次粒子的混合物。单纯控制某个污染源的排放和采取单因子控制的手段已经不适应颗粒物污染防治的管理需求。借鉴国外发达国家的污染控制经验,亟需开展我国的多污染源排放控制和多污染物协同控制。一是以电力、工业、交通和城市面源为重点,全面加强烟尘、工业粉尘和扬尘污染防治,积极推进电力、其他工业锅炉和工业炉窑的除尘技术升级改造,加强城镇供热管网系统建设,深化烟粉尘治理;加强移动源颗粒物污染防治,加大“黄标车”淘汰力度,提高油品质量,降低柴油车颗粒物排放;强化扬尘污染防治;逐步开展非道路机械污染控制。二是积极开展多污染物协同控制,强化对二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物等二次细粒子重要前体物的控制,制定有利于多污染协同控制政策措施,有效改善区域能见度。

### 3.3 强化扬尘污染防治

成立专门的管理机构,组织建设、环保、市政、园林、城管等部门开展城市扬尘综合整治,加强监督管理。出台扬尘污染控制管理办法,理顺扬尘污染防治领导机制、运行机制、资金投入机制,全面加强建筑扬尘污染控制的视频监督管理和道路扬尘的机扫、清洗力度。创新管理机制,将扬尘控制与施工企业的信用档案和工程招标投标结合起来,将道路降尘强度等指标纳入到地方政府的考核体系中。强化煤堆、物料堆的监督管理,电厂、港口的大型煤堆、料堆安装视频监控设施,并与城市扬尘视频监控平台联网。创建扬尘污染控制区,控制施工扬尘和渣土遗撒,开展裸露地面治理,提高绿化覆盖率,加强道路清扫保洁。

### 3.4 完善PM<sub>2.5</sub>监测体系

积极开展PM<sub>2.5</sub>环境监测,逐步将PM<sub>2.5</sub>纳入环境空气质量评价指标体系。结合地区污染特点和

经济发展水平,建议2012年底前所有省会城市及京津冀、长三角、珠三角城市开展PM<sub>2.5</sub>监测,2013年底前113个环保重点城市均开展PM<sub>2.5</sub>监测,2015年底前PM<sub>2.5</sub>监测拓展到所有地级及以上城市。

### 3.5 建立全国大气颗粒物排放清单

作为影响我国区域性复合型大气污染的重要污染物,建立能够准确反映我国颗粒物排放特征的排放清单对我国制定合理的颗粒物污染控制对策措施具有重要意义。然而,一直以来,我国没有一套建立在全国尺度的排放清单,与美国和欧洲的排放清单相比,涵盖的排放源种类不齐全<sup>[4]</sup>,仅仅包括工业活动和电力、民用燃煤等人为活动,不涉及流动源和生物质燃烧的排放,缺乏及时更新的排放因子信息,缺乏粒径分布的信息和其中关键化学组分的信息,这些差距使得我国颗粒物排放统计远不能满足环境管理的需求。建议“十二五”期间建立起全国尺度大气颗粒物排放清单,全面掌握我国颗粒物排放源的构成情况,收集全部固定源和移动源颗粒物排放的活动水平数据信息,确定分粒径的颗粒物排放因子和颗粒物中化学组分的排放因子信息。

### 3.6 加强颗粒物污染防治基础研究

目前,国内有关细粒子的调查和研究还非常少,数据的系统性也较差,有限的观测结果不能全面反映我国细粒子污染的整体状况<sup>[5]</sup>,需要深入研究大气颗粒物的区域排放特征和污染特征,在区域尺度揭示颗粒物污染的来源和形成机制,加

强细粒子对人体健康的影响机理研究,开发细颗粒物的高效去除技术和二次颗粒物前体物的协同控制技术,积极利用遥感遥测技术开展对区域颗粒物污染特征的观测,进而针对细粒子污染提出科学控制对策。

## 4 结语

当前,颗粒物已成为影响我国环境空气质量的首要污染物。由于颗粒物污染特征与区域产业结构、经济发展水平紧密相关,“十二五”期间需要采取分区管理、分类指导的原则,建立以颗粒物污染控制为突破口的环境空气质量管理体系统,形成以电力、工业、交通源、面源为主的一次颗粒物排放控制和二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等为重点的二次细粒子前体物排放控制的综合体系,有效促进城市和区域环境空气质量的显著改善。

## 参考文献

- [1] 陆新元,毛应淮等著.工业污染核算[M],北京:中国环境科学出版社,2007.
- [2] 张晶,胡春玲等城市扬尘污染现状及防治对策[J],环境保护科学,2008,32(2):4-6.
- [3] 中国机动车污染防治年报[N],2010,中华人民共和国环境保护部.
- [4] 雷宇.中国人为源颗粒物及关键化学组分的排放与控制研究[R],博士论文,2008.
- [5] 王玮,汤大钢等.中国PM<sub>2.5</sub>污染状况和污染特征的研究[J].环境科学研究,2000,13,(1):1-5.

## Proposed Measures for Particulate Matter Pollution Prevention during the 12<sup>th</sup> Five-year Plan Period in China

YAN Gang YAN Li

(Chinese Academy for Environmental Planning, Beijing 100012)

**Abstract:** Particulate matter has become chief pollutant for affecting air quality in China. The paper analyzes deeply pollution and emission control status for particulate matter in China, summarizing pollution space characteristic, evaluating emission control measures for main industries and sectors and their shortages. Basis on these, proposed measures for particulate matter pollution prevention during the 12<sup>th</sup> five-year period in China have put forward, including air quality management system, particulate matter control means, and scientific study.

**Key word:** particulate matter; pollution prevention; proposed measure