

# 细颗粒物与臭氧协同治理的主要对策及成效

赵凡

河北持正环境科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v6i4.1812

**[摘要]** 近年我国细颗粒物治理取得显著成效,PM2.5浓度总体呈下降趋势。但随着PM2.5治理的不断突破,新的挑战也出现了,例如,臭氧污染正在恶化,尤其是每年夏秋两季,是影响中国环境空气质量的另一个重要因素。因此,迫切需要解决臭氧污染问题。细颗粒物(PM2.5)和臭氧污染的协同控制也将成为中国在“十四五”或更长时间内的一项重要任务。因此,有必要充分考虑到两者的控制措施,并协同处理,以获得最佳控制结果。根据颗粒物和臭氧的形成机制和相互作用,提出了协同处理颗粒物和臭氧的必要性,并提出了协同处理方法。

**[关键词]** PM2.5; 臭氧污染; 协同治理; 对策及成效

中图分类号: X5 文献标识码: A

## Main Countermeasures and Effectiveness of Collaborative Governance of Fine Particulate Matter and Ozone

Fan Zhao

Hebei Chizheng Environmental Technology Co., Ltd

**[Abstract]** In recent years, China has achieved significant results in the treatment of fine particulate matter, with an overall downward trend in PM2.5 concentration. But with the continuous breakthroughs in PM2.5 governance, new challenges have also emerged. For example, ozone pollution is deteriorating, especially in the summer and autumn of each year, which is another important factor affecting China's environmental air quality. Therefore, there is an urgent need to address the issue of ozone pollution. The coordinated control of fine particulate matter (PM2.5) and ozone pollution will also become an important task for China during the "14th Five Year Plan" or longer. Therefore, it is necessary to fully consider the control measures of both and work together to obtain the best control results. Based on the formation mechanism and interaction between particulate matter and ozone, the necessity of collaborative treatment of particulate matter and ozone was proposed, and collaborative treatment methods were proposed.

**[Key words]** PM2.5; ozone pollution; collaborative governance; countermeasures and effectiveness

### 引言

主要空气污染物是二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、颗粒物和臭氧。其中,粒径小于2.5微米或PM2.5的颗粒比例称为细颗粒物。颗粒物污染是中国目前面临的最重要的环境问题之一,其对气候、能见度和人类健康产生重大不利影响。细颗粒物对阳光的散射和吸收降低了能见度,导致雾霾的发生,从长远来看,还会影响区域和全球气候。此外,细颗粒物进入人体肺部和血液,导致心血管和呼吸系统疾病,增加了人口死亡率。另一方面,继细颗粒物之后,臭氧污染问题也逐渐引起关注。在平流层中,臭氧阻挡太阳紫外线,为地球提供保护屏障。但当臭氧出现在对流层时,会刺激眼睛和呼吸道。臭氧的短期影响包括咳嗽、胸痛和恶心等副作用。长期暴露在臭氧中会损害肺功能并增加人口死亡率。以下对细颗粒物和臭氧进行协同处理的必要性和途径进

行了阐述。

### 1 PM2.5和臭氧的关系

#### 1.1 PM2.5和臭氧的概念

颗粒物,也称为粉尘,是指均匀分布在大气系统中的各种固体或液体颗粒物。PM2.5,也称为细颗粒物,这些颗粒物在环境空气中的等效空气动力学直径小于或等于2.5微米。它可以长时间悬浮在空气中,浓度越高,空气污染越严重。PM2.5颗粒尺寸小,范围广,活性高。容易被人体吸入,并造成中毒。其在大气中的长时间停留和长距离运输可对人类健康和大气环境质量产生重大影响。臭氧,也称为三原子氧和超氧化物,在常温下,是一种淡蓝色气体,有一种特殊的气味。臭氧是在光化学反应过程中由大气中的氧气形成的。在距离地球表面15至25公里的高度,它暴露在来自太阳的紫外线辐射下,并在地球

外层空间周围形成臭氧层,厚厚的臭氧层是人们赖以生存的保护伞。然而,地表臭氧可能对人类健康和植物构成威胁。臭氧刺激眼睛、呼吸和肺功能,并成为温室气体,也会造成严重的温室效应<sup>[1]</sup>。

### 1.2 PM<sub>2.5</sub>和臭氧的作用机制

根据颗粒物和臭氧的来源和形成机制,氮氧化物和挥发性有机化合物是这两种污染物的主要前体物。因此,在理想条件下控制氮氧化物和有机化合物可以同时改善颗粒物和臭氧的污染。然而,现实更为复杂:挥发性有机化合物不是单一的污染物,而是数千种污染物的通用术语,不同成分的性质和来源差异很大,它们在颗粒物和臭氧形成中的作用也可能不同。不同的挥发性有机化合物具有不同的臭氧生产能力,称为臭氧生成潜势(OPP)。在相同浓度下,具有有臭氧生成潜力的挥发性有机化合物可导致形成更多臭氧。不同类型的挥发性化合物在次级粒子中的比例也不同。应优先考虑控制对臭氧层影响较大的VOC和甲苯和二甲苯等重要的次生颗粒前体物,以有效改善颗粒物和臭氧污染。然而,氮氧化物影响颗粒物和臭氧的机制需要进一步研究。避免和控制臭氧是一个非常复杂的过程,其浓度水平与各区域氮氧化物和挥发性有机化合物的贡献程度不同,而不是与其前体物的浓度呈简单线性关系。氮氧化物或挥发性有机化合物的减少不一定会导致臭氧水平下降,但在某些情况下会导致臭氧水平上升。此外,目前的研究表明,大气中的硝酸盐促进了大气中硫酸盐的形成,但其机制尚不清楚。因此,减少NO<sub>x</sub>排放也会影响大气中硝酸盐和硫酸盐的含量。除了类似的前体物外,细颗粒物和臭氧也会影响大气,使细颗粒物和臭氧之间的关系更加复杂<sup>[2]</sup>。

## 2 污染物浓度高的原因

### 2.1 PM<sub>2.5</sub>浓度较高的原因

由于经济发展,重型货车及小型私家车交通量不断增大,道路容易受到灰尘污染。同时在城市地区,有许多新的建筑和拆除项目,裸露的土壤往往随风向大气灰尘漂移,这也可能导致颗粒物浓度增加。特别是在每年的秋季和冬季,容易形成静稳天气,形成严重污染。周围空气中的颗粒物有四种主要的来源:工业污染源,主要是由向大气中排放的烟尘所造成的;餐饮油烟源,主要包括家庭油烟污染以及餐饮业直接排放到大气中的烟雾、灰尘和烟气<sup>[3]</sup>;工地扬尘源,主要为气流从不同建筑工地的裸露土壤排放到大气中的粉尘;交通道路源,主要是移动运输的汽车、农用车辆和非道路移动机械的废气排放。研究表明,大气颗粒物和臭氧层的相互影响,它们可以通过大气中的不同途径相互作用。因此,实现颗粒物和臭氧的协同控制是一项重大挑战,同时,它也是环境空气质量从长远角度改进所面临的一项重大挑战。

### 2.2 臭氧浓度较高的原因

近年来,我国的臭氧污染有所增加,有可能超过PM<sub>2.5</sub>污染,并可能成为造成环境污染的主要污染物。在对流层臭氧中,一部分来自大气平流层的输入,另一部分来自自然活动(植物排放)

和人类生产活动(运输、石化、燃煤发电厂、生物质燃烧等)排放到大气中的挥发性有机化合物,以及氮氧化物,氮氧化物由一系列光化学反应产生。VOC和NO<sub>x</sub>是臭氧提取的重要前体。在高温和强光条件下,它们可以通过复杂的反应产生臭氧,导致空气中臭氧浓度过高。因此,只有有效减少挥发性有机化合物和氮氧化物的排放,才能有效控制臭氧浓度。

## 3 协同治理采取的对策

### 3.1 设置细颗粒物与臭氧污染监测点

对于颗粒物和臭氧的自动监测,其点位的选取要求非常严格。首先,在建立颗粒物和臭氧自动监测站之前,有必要让专业人员研究颗粒物和空气污染的情况,还提供关于当地人口及其主要分布情况的专门信息。然后,将根据实际情况,对正在进行的监测以及检查点的位置和数量作出适当安排。以避免不必要的投资或增加污染。目前,我国监测点的建立通常基于当地基础情况,如当地人口、建成区面积、工业区分布等,通过上述因素综合分析科学确定监测点数量及位置。与此同时,建设空气质量自动监测站也为深入调查颗粒物和臭氧污染状况以及科学有效的管理方法的发展提供有力支撑,同时也是进一步提高我国颗粒物和臭氧管理水平提供重要前提和保障<sup>[4]</sup>。为进一步知道协同管控工作,建设VOC在线监测装置,部署高密度挥发性有机化合物监测网络,并通过导航监测和遥感等多种监测方法进行环境监测。因此,准确分析了挥发性有机化合物生成潜力、污染浓度、污染因素特征途径等信息,从而实现了科学准确的污染控制。

### 3.2 加大政策引导及研发力度

为协同治理细颗粒物与臭氧,首先需要加强能源替代,敦促挥发性有机化合物相关行业在其生产中尽可能选择清洁原材料,以减少挥发性有机化合物的生产,并进一步促进使用低挥发水平的挥发性有机化合物和其他产品,以限制和减少挥发性有机化合物(VOCs)的排放。第二,加强过程控制,对于企业的挥发性有机化合物生产过程,应加强控制,重点是对清洁生产过程进行点对点检查,并根据标准实施精准控制,以减少挥发性有机化合物的生产。然后,为了提高最终处理能力,有必要在处理设备效率、生产工艺等方面提高VOC废气收集率、同步运行率和处理设备处理效率。

应加强挥发性有机物(VOCs)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)等污染物的治理技术研究,并制定相应的排放标准,以科技研究与开发推动工业转型升级。严格控制污染和能耗,禁止一切不达标的工程建设。利用技术创新,推动传统工业实现绿色化、低碳化,利用清洁能源来供给能源,实现从源头上减少烃类(HC)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)的排放,通过对流程的洁净技术改造,实现从源头上减少废气的产生。增加清洁能源的使用,降低煤、油的用量,确保核能、风力发电等动力系统的安全、有效发展。加快VOCs治理技术推广并形成系统、精准化的臭氧污染防治和PM<sub>2.5</sub>控制体系。

### 3.3 加强种植园林植物

绿色植物不仅防风防沙,保护土壤和水,而且在清洁环境和防止污染方面发挥着更重要的作用。植物可以吸附空气中细颗粒物,降低其浓度,同时大面积植被可以吸收热量,降低范围内环境温度,减缓前体物生成臭氧的效率。此外,可挑选一些适宜在本地生长并且对环境有害物质抵抗力更好的园艺植物,提高绿化的成功率。适合城市绿化的园艺植物是根据与当地土壤、树木、生态重点和生物多样性相适应的原则种植的。例如,在城市道路和高速公路会产生大量有害气体,如二氧化硫(SO<sub>2</sub>)和一氧化氮(NO<sub>x</sub>)。为了改善道路排放的空气污染物,可在道路中间及两侧种植灌木,在美化道路环境的同事,还可以保护行人的身心健康<sup>[5]</sup>。

### 3.4健全管理体系

深入贯彻落实党中央、国务院决策部署,以大气污染防治为总抓手,推动空气质量改善,发展新产业,发展新能源,实现绿色转型,持续减少大气污染物,以改善环境空气质量为核心,强调精准治理环境污染,科学管理污染,依法治污。建立挥发性有机化合物和氮氧化物监测网络,从源头上减少PM<sub>2.5</sub>和臭氧前体衍生物;建立PM<sub>2.5</sub>和臭氧预警系统,建立空气质量综合监测站,完善预警功能,早发现、早预防、早预防;改进应急计划的制定,制定不同级别的协调减排措施,强化核心责任;加强联合执法,加大执法力度,地方政府及生态主管部门合作,共同保护空气质量,控制空气污染。

## 4 结束语

细颗粒物和臭氧污染问题日益严重,给人们的生产、生活和工作带来了一些困扰和影响。因此,控制细颗粒物和臭氧必须作为环境治理工作的重点事项,同时坚定治理细颗粒物质和臭氧的决心,并制定明确的治理目标。在大气污染防治方面,仍需以PM<sub>2.5</sub>和臭氧为切入点,深入探索其作用机制,实施综合治理、专项治理措施,改善环境质量,降低PM<sub>2.5</sub>、臭氧对空气质量的影响。

### [参考文献]

- [1]白静.大气PM<sub>2.5</sub>与臭氧的作用机制与协同控制策略研究[J].能源与节能,2021,(10):119-120.
- [2]尹春苗,张莹,胡文东,等.成都市PM<sub>2.5</sub>和臭氧交互作用对心脑血管疾病死亡人数的影响研究[J].四川大学学报(医学版),2021,52(6):981-986.
- [3]张理博,孙鹏,罗淑年.大气细颗粒物PM<sub>2.5</sub>的危害及其治理政策的研究[J].环境科学与管理,2020,45(4):102-105.
- [4]马丽伟.试析大气环境颗粒物污染的预防和治理措施[J].环渤海经济瞭望,2018,(9):133-134.
- [5]彭浩,王远玲.大气细颗粒物检测技术及研究进展[J].现代医药卫生,2017,33(16):2490-2492.

### 作者简介:

赵凡(1990—),男,汉族,河北石家庄人,硕士研究生,工程师,研究方向:环境保护。