

本刊记者/李娜

中国为何遭遇雾霾困扰?

2013年1月6—16日,中国中东部地区的雾-霾天气集中出现,引发社会高度关切。此后,雾-霾天气仍在中国不同地区以不同污染程度时有发生。当下,雾-霾天气不仅成为中国民众最为关注的话题之一,也为经济快速发展的中国及广大民众心头带来丝丝“雾霾”。

到底是什么形成了雾和霾?雾-霾为什么能够持续?如何应对和从根源控制日益多发的雾-霾现象?中国气象局大气化学重点开放实验室张小平、孙俊英联合山东大学环境研究院、北京市人工影响天气办公室等单位研究人员联合发表了题为“我国雾-霾成因及其治理的思考”(以下简称“雾-霾成因文”)的研究成果,文章发表在《科学通报》2013年第13期上。本栏目特别对此项研究成果进行介绍。

雾、霾已非自然现象,气溶胶污染是背后主因

雾与霾是两种不同的自然天气现象。

空气中浮游着大量极细微的干尘粒等,造成水平能见度小于10km的空气普遍混浊现象时,称为霾。这些干尘粒也就是气溶胶粒子,遇到空气中水汽较多时,某些吸水性强的粒子会吸水、长大,并最终活化成云雾的凝结核,产生更多、更小的云雾滴,使能见度进一步降低,能见度低于1km时被定义为雾。

当下中国部分地区间或遭遇的能见度低于10km的空气普遍浑浊现象,既有霾的“贡献”,也有雾的“功劳”,被称为“雾-霾”天气。雾与霾可在一天之中互相变换角色,而气溶胶粒子正是两者间变换的桥梁。

研究人员认为,过去人类活动较弱时,空气中的气溶胶粒子主要源于自然过程。但是,随着人类活动的加剧,这一现象在中国近二三十年出现了显著变化:中东部区域因人为排放大气气溶胶显著增加,霾的问题日益严重。一定气象条件下,大量气溶胶粒子还可参与云雾的形成。这意味着,当今不论是霾还是雾,其背后都有大量与人类活动有关的气溶胶粒子参与,都已经不是完全的自然现象。

气溶胶粒子浓度水平高,二次粒子受天气影响大

研究人员发现,中国气溶胶质量浓度水平在世界范围内仅次于南亚城市,远高于欧洲城市(表1)。研究发现,中国气溶胶浓度较高与人口众多和经济快速发展导致的人为污染源排放量密切相关。

值得注意的是,气溶胶粒子可分为一次气溶胶粒子和二次气溶胶粒子。一次气溶胶是由污染源释放到大气中直接造成污染的颗粒物,如土壤粒子、海盐粒子、燃烧烟尘等;二次气溶胶粒子是由大气中某些污染气体组分如二氧化硫、氮氧化物、碳氢化合物之间,或它们与大气正常组分(如氧气)之间通过化学反应转化成的颗粒物。研究人员分析中国16个站点2年跟踪数据发现,PM10质量浓度中有超过50%是二次气溶胶,北京夏季此比例可达80%。除了公认的硫酸盐对二次粒子形成有贡献外,华北区域

表1 中国城市、城郊与欧洲城市、城郊区域气溶胶粒子各组分浓度参照数据表

气溶胶 粒子组分	中国城市 /($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	中国城郊 /($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	欧洲城市 /($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	欧洲城郊 /($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
硫酸盐气溶胶	34.0	16.0	4.7	3.3
有机碳	30.0	18.0	6.0	2.8
硝酸盐	15.0	8.0	4.1	2.1
铵	12.0	6.0	2.2	1.3
元素碳	8.6	3.4	3.7	1.3

注:数据源于《科学通报》2011年第216-268页“中国区域主要颗粒物及污染气体的排放源清单”;Atmos Chem Phys 2009年第5131-5135页“Asian emissions in 2006 for the NASA INTEX-B mission”。

的观测发现,二次有机气溶胶的贡献很大。

值得注意的是,研究人员发现,区域中占多数的二次气溶胶的形成及总体PM10的浓度变化受天气条件影响较大。以北京为例,一个表征气象条件是否有利大气污染形成的污染气象条件指数(Plam)值,在严重雾-霾发生前的2013年1月6日凌晨,上跳至80左右直到8日深夜,预示着气象条件有利于大气气溶胶集聚和凝结。2008年奥运会前的6月份,气溶胶污染很严重,Plam指数平均值也是80左右。Plam指数主要基于风速、风向、相对湿度、大气凝结函数、大气稳定度等计算得出,其值越高指示了气象条件越有利于更多的二次气溶胶形成、集聚、凝结和变化。在较干净天气下Plam值通常在40以下,超过80易出现雾-霾天气。

积极应对,并对艰巨性应有科学判断

“雾-霾成因文”指出,应对我国大气污染治理的长期性和艰巨性有充分的科学判断,由于我国矿物气溶胶本底浓度与欧美国家城市区域气溶胶总和相当或更高,即使控制措施百分之百实现,我国也很难稳定地达到欧美国家的空气质量水平,因此确定长远有效的控制措施,并及时制定适用于中国人群及健康的空气质量标准十分重要。

研究人员指出,要想控制全国污染,大城市是关键。以北京为例,和全国情况类似,北京气溶胶污染源归根到底分为3类:燃煤、燃油,以及与居民各项活动有关的排放。对于燃煤源的削减关键是调整能源结构,这需要政府抉择,任重道远。而削减燃油排放,关键在于控制机动车的排放,这除了可削减其自身的排放物外,还可以极大地减弱大气氧化性,减少二次气溶胶粒子的形成。控制与居民生活紧密相关的各种污染源排放更是长期的挑战——北京、上海、广州等拥有上千万人口的超大城市,以及伴随着城市化进程发展的中小城市居民活动将会持续增加。因此,研究人员在文章最后呼吁,要广泛开展科普宣传,让公众充分了解雾-霾污染背后的科学规律,政府也要不遗余力地加大污染源控制和削减工作,全社会一起努力才能有效应对当今已经有大量污染物参与的雾-霾天气。■