

灰霾污染及预防措施

■吴对林 / 东莞市环境保护监测站

随着中国经济的高速发展，工业化和汽车消费的迅速增长，一种在 20 世纪 90 年代前不常见的大气污染形式——灰霾近几年变得日益严重，严重影响人们的身心健康，其危害比起沙尘暴有过之而无不及。2004 年至今是我国有史以来霾现象发生和受到报道最多的几年，许多城市都有霾现象发生，其中较严重的城市有广州、深圳、北京、南京、杭州、上海、重庆、西安等；从大的区域范围看，我国存在着 4 个明显的灰霾区：黄淮海地区、长江河谷、四川盆地和珠江三角洲。统计表明，在上述地区，从 20 世纪每年只有数天的灰霾天气，到目前，每年竟然有一百余天甚至达到三百余天的灰霾天气。

灰霾污染的形成

灰霾作为一种自然现象，是城市扩散条件不好，冷空气不强，风速不大的情况下，城市中的各种污染物无法得到及时扩散的结果。总的说来，其产生与下面 3 个因素有关。

水平方向的静风现象增多 近年来城市建设的迅速发展，大楼越建越高，使得地面摩擦系数增大，空气流通时摩擦阻力增加，风流经过城市时急剧减弱甚至形成静风，不利于大气污染物向城区外围扩展稀释，导致污染物在城区内聚集。

垂直方向的逆温现象 正常的气象条件下，低空气温高，高空气温低，污染物容易由低空向高空扩散，逐渐循环排放到大气中。但是在逆温的气象条件下，低空的气温反而比高空的气温低，正常的气流垂直扩散不能进行，导致污染物不向高空扩散，反而沉积并聚集于地面。同时，阳光被聚集的尘埃粒子阻挡，近地空气的温度难以升高扩散，使得逆温现象进一步加剧，形成恶性循环。

悬浮颗粒物的增加 近年来，随着工业的发展和机动车的增多，污染物排放和城市悬浮物大量增加，直接导致了能见度降低，使得整个城市看上去灰蒙蒙一片。在日照强烈和湿度较小的条件

下，地面聚集的污染物之间容易发生各种光化学反应，形成灰霾。

灰霾污染的主要成分

灰霾污染的成分十分复杂，携带有大量的有害物质，表 1 概括了灰霾中的有害物质。总的说来，灰霾污染中既包括阻碍大气能见度的大气颗粒物，也包括挥发性气态污染物以及可能超出卫生安全标准的臭氧。

表 1 灰霾中的有害物质

有害物质	化学成分
$PM_{2.5} / PM_{10}$	天然源、人为源（如石化燃料的燃烧、机动车尾气、工业粉尘、废弃物焚烧等）
碳化合物	元素碳、热分解的一小部分有机碳、半挥发性有机物（颗粒物和气态分离）、吸附的挥发性有机化合物
生物质	抗原、微生物（病毒）、毒素（内毒素和其他）、植物和动物碎片
二次气溶胶	硝酸盐、硫酸盐、地壳矿物
金属	重金属、过渡金属盐或络合物

微粒物

组成成分包括黑碳、粉尘、硫酸盐、铵盐、硝酸盐等。灰霾污染天气下的微粒物的粒径主要以小于 $2.5 \mu m (PM_{2.5})$ 的气溶胶微粒组成，汽车尾气中的氮氧化物、硫氧化物、有机化合物在阳光等因素的综合作用下，结合成具有复杂颗粒形貌的微粒，悬浮于大气中，构成了灰霾污染中主要的污染源。工业污染排放和生活污染排放，例如烹饪油烟，也是灰霾污染的重要污染源。

气态有机污染物

在灰霾污染中，除了微粒污染物和 HC （碳氢化合物）、 NO_x 、

SO_x 等一次排放污染物外，还包括醛、酮、PAN(过氧硝酸乙酰)等二次有机污染物，这些二次有机污染物具有强烈的刺激性和生物毒性，其形成与光化学烟雾有关。

近地臭氧

灰霾天气的形成有利于引发光化学烟雾，光化学烟雾的产生又加剧了灰霾污染的程度。臭氧是光化学烟雾发生过程中的重要副产物。灰霾导致的超出健康安全标准的近地臭氧富集现象变得日益频繁。有监测数据表明，广东东莞市2007年平均每月臭氧超出标准时间达到90小时(大于100ppb)，平均每天3小时。

灰霾的健康效应

灰霾天气对人类的健康影响极大。灰霾的颗粒粒径分布以 $\text{PM}_{2.5}$ 为主，极易通过呼吸作用进入并沉积于呼吸道甚至肺部，其上载带的有害物还会对人体产生毒性作用，诱发疾病。流行病学研究表明，灰霾期间人群出现的症状有：上呼吸道感染、哮喘、结膜炎、支气管炎、眼和喉部刺激、咳嗽、呼吸困难、鼻塞流鼻涕、皮疹、心血管系统紊乱等。长期影响，会产生肺炎甚至肺癌、心血管疾病、重金属中毒或其他疾病的敏感体质患者的死亡。

灰霾天气还对人体健康产生一些间接影响。灰霾的出现会减弱紫外线的辐射，由于太阳中的紫外线是人体合成维生素D的惟一途径，从而导致小儿佝偻病高发；另外，紫外线是自然界杀灭大气微生物如细菌、病毒等的主要武器，灰霾天气导致近地层紫外线的减弱，使空气中传染性病菌的活性增强，可能在导致人体抵抗力下降的同时导致疾病流行。

灰霾污染除了影响人的身体健康外，还会影响心理健康。在灰霾天气下，人的工作效率严重降低。在一片灰蒙笼罩下，人们情绪会变得悲观、烦躁、压抑，如不及时调节，很容易失控。

灰霾污染的预防

灰霾污染的形成机理复杂，不仅与气象的变化因素有关，更是人为污染加剧的直接后果，经济高速发展过程中工业气体和汽车尾气的排放是根本的原因。因此，在现有城市格局和规划条件下，调控和控制污染源的排放是预防灰霾污染的关键。

动态调控污染源的排放

从国外的经验来看，动态调控污染源的排放是减少灰霾天气的有效途径。灰霾天气出现的一个气象特征是其区域有一个气流停滞区。当监测到某区域有气流停滞区时，该地区的汽车流量和工业气体排放就应该受到限制；而当大气条件好、空气扩散能力强时，则可以充分排放。

提高汽车尾气的排放标准

机动车尾气排放的大量增加是灰霾生产的重要因素，因此通过提高汽车尾气的排放标准，使用高效、清洁和低排放能源，减低汽车尾气排放对环境造成的影响。比如通过改进三元催化剂的性能，降低 HC 、 NO_x 、 SO_x 等污染物的排放。

控制空气中臭氧和自由基等氧化剂的含量，斩断灰霾形成的链条

灰霾现象可以导致近地臭氧富集，近地臭氧又加剧灰霾形成，因而，降低空气中的臭氧含量，进而减少近地臭氧对环境的危害。例如，通过涂装于汽车水箱上的臭氧催化剂，利用汽车行驶过程中降温水箱和风扇的气流流动作用，催化消除空气中的臭氧；或者在城市的拥堵路段设立大型的臭氧催化净化装置，降低空气中的臭氧含量。臭氧量的减少可以使二次污染物的产生减少，从而控制灰霾天气的引发。^⑩

(东莞市科技局资助项目：东莞市大气复合污染自动监测网络应用开发)

(上接45页)环境违法行为应当强调预防为主，在出现污染和破坏环境的结果之前及时消除危险，阻止危害环境的结果出现。基于目前我国环境问题的紧迫性以及环境本身价值的考虑，增设环境犯罪和危险犯是当务之急。既可弥补行为犯的不足，又可防止结果犯的滞后，起到防患于未然的预防效果和“利剑高悬”的警示作用。但要严格限制危险犯的范围，不宜将危险犯适用于所有环境犯罪中，可将其限制在水源污染、有毒有害放射性物质排放等危害较大的环境犯罪中。

增加刑罚的种类 我国现行《刑法》对于环境犯罪的刑事

处罚措施与其他普通刑事犯罪的刑事处罚措施相同，即对自然人采取自由刑和罚金刑，对法人实行双罚制。应该说，该处罚措施在一定程度上确实起到了遏制犯罪的威慑力作用，但环境却没能得到很好的补偿，只能由国家投入大量的人力、物力、财力去恢复。目前，我国每年因环境污染和破坏造成的损失近千亿元。这样巨大的损失都由国家来补救，负担沉重。因此，建议在处以罚金刑的同时，对危害性不大的犯罪人，处以缓刑，并责令其恢复环境原状或判处重建被损害环境的劳役刑。这种刑罚可以有效改变“企业犯罪，全社会埋单”的实际状况。^⑪