

# 大气颗粒物的来源与危害及其控制措施

孙焰<sup>1</sup> 周灵青<sup>2</sup> 徐怡<sup>1</sup>

1 浙江泰诚环境科技有限公司 2 台州市生态环境局三门分局

DOI:10.12238/eep.v7i3.1987

**[摘要]** 大气颗粒物,包括固态和液态颗粒,来源于自然和人为活动,对人体健康、环境以及经济产生广泛影响。自然来源包括土壤尘暴、林火、海盐颗粒、生物质燃烧和火山活动;人为来源主要来自工业排放、交通排放、建筑施工、农业活动和家庭燃料燃烧。大气颗粒物对人体健康构成严重威胁,包括呼吸系统疾病、心血管问题、眼睛和皮肤问题,甚至增加早死风险。环境受到酸雨、全球气候变化、视觉污染和生物多样性损害的影响。经济方面,健康成本、清洁成本增加和农作物减产等问题显著。控制措施涵盖政策法规、技术进步和公众参与。

**[关键词]** 大气颗粒物; 来源; 危害; 控制措施

**中图分类号:** X503.1 **文献标识码:** A

## Source and harm of atmospheric particulate matter and its control measures

Yan Sun<sup>1</sup> Linqing Zhou<sup>2</sup> Yi Xu<sup>1</sup>

1 Zhejiang Taicheng Environmental Technology Co., LTD 2 Taizhou Ecological Environment Bureau

**[Abstract]** Atmospheric particulate matter, including solid and liquid particles, comes from natural and human activities, and has a wide impact on human health, the environment and the economy. Natural sources include soil dust storms, forest fires, sea salt particles, biomass combustion and volcanic activity; anthropogenic sources are mainly from industrial emissions, traffic emissions, construction, agricultural activities and household fuel combustion. Atmospheric particulate matter poses a serious threat to human health, including respiratory diseases, cardiovascular problems, eye and skin problems, and even increase the risk of early death. The environment is affected by acid rain, global climate change, visual pollution, and biodiversity damage. On the economic side, health costs, increased cleaning costs and crop production cuts are significant. Control measures cover policy and regulations, technological progress, and public participation.

**[Key words]** atmospheric particulate matter; source; hazard; control measures

## 引言

大气颗粒物 (Atmospheric Particulate Matters) 是大气中的固态和液态颗粒状物质的总称。它们广泛存在于空气中,形成了稳定的悬浮体系,即气溶胶。大气颗粒物的化学成分复杂,包括无机物、有机物和生物物质。无机成分主要有铝、硅、钙等元素,而有机成分则包括元素碳、有机碳、挥发性有机物等。

### 1 大气颗粒物的来源

#### 1.1 自然来源

大气颗粒物,一种悬浮在空气中的固体或液体微粒,源自多种自然过程。自然来源的颗粒物贡献了大气中颗粒物的重要部分,对环境和人类健康产生了不可忽视的影响。土壤尘暴是显著的自然来源之一,尤其在干旱和半干旱地区更为常见。强风吹拂裸露的土地,将大量土壤颗粒卷入大气中。这些颗粒可以在空中悬浮数小时甚至数天,跨越国界和大洲,影响远离尘暴源地的

区域。林火同样对大气颗粒物浓度有重大贡献。自然发生的林火或由人为原因引起的火灾,都会产生大量的烟尘和灰烬。这些燃烧产生的颗粒物不仅对当地空气质量造成影响,还能通过大气传输对远处区域产生影响。海盐颗粒来源于海洋,当海水蒸发时,微小的海盐颗粒被风吹送入大气中。特别是在沿海地区,海盐颗粒是大气颗粒物的重要组成部分,对局地的气候和大气化学过程有显著影响。生物质燃烧,包括森林、草地火灾,是另一个重要的自然来源。这些活动释放的颗粒物和其他污染物,如二氧化碳、一氧化碳和挥发性有机化合物,对空气质量和气候变化有直接影响。火山活动释放的颗粒物,包括火山灰和硫酸盐气溶胶,对地球的大气层具有长期和显著的影响。火山爆发不仅能产生巨大的颗粒物排放,还能影响全球气候,降低地表温度<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 人为来源

人为活动对大气颗粒物的贡献显著, 尤其体现在工业排放、交通排放、建筑施工、农业活动及家庭燃料燃烧等方面。工业排放是重要的人为来源之一, 尤其是矿物加工、化工生产和金属制造等行业。这些行业在生产过程中释放大量的烟尘和化学物质, 包括细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)和可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>), 严重影响空气质量。交通排放亦对大气颗粒物浓度有着显著影响。机动车、飞机以及其他交通工具燃烧燃料时产生的尾气, 不仅含有氮氧化物和碳氢化合物, 还包含大量细小颗粒物, 这些颗粒物能够在大气中长时间悬浮, 影响更广泛区域的空气质量。建筑施工活动中产生的尘土和颗粒物也不容忽视。施工过程中的土壤扰动、建筑物拆除、混凝土和其他建材的加工过程都会释放大量颗粒物至大气中。农业活动, 尤其是秸秆焚烧, 是大气颗粒物的另一重要人为来源。秸秆焚烧不仅释放大量的颗粒物, 还产生有害气体, 如一氧化碳和二氧化硫, 对周边地区的空气质量造成重大影响。家庭燃料燃烧, 包括木材、煤炭和生物质燃料的使用, 其产生的烟雾中含有细小颗粒物和有害气体, 对室内外空气质量均构成威胁。

## 2 大气颗粒物的危害

### 2.1 对人体健康的影响

大气颗粒物对人体健康的影响广泛且深刻, 涵盖了从呼吸系统疾病到心血管问题, 甚至影响到眼睛和皮肤健康, 长期暴露还可能增加早死风险。呼吸系统疾病是大气颗粒物引起的最常见健康问题之一。吸入含有细小颗粒物的空气可以导致气管炎、哮喘及其他呼吸道疾病的发作, 尤其在儿童和老年人中表现得更为明显。颗粒物能够穿透肺泡, 进入人体循环系统, 对呼吸系统构成直接威胁。心血管疾病的风险也随大气颗粒物浓度的增加而上升。研究表明, 长期暴露于高浓度的颗粒物中, 会增加心脏病发作和中风的风险。这些颗粒物通过影响血液凝固功能及引发炎症反应, 间接影响心血管系统的健康<sup>[2]</sup>。眼睛刺激是大气颗粒物引起的另一种常见问题。颗粒物中含有的化学物质和金属可以刺激眼睛表面, 导致红眼、眼部疼痛和视力模糊等症状。皮肤问题也可能因暴露于大气颗粒物中而加剧。颗粒物能够附着于皮肤表面, 阻碍皮肤呼吸, 引发或加重皮炎、湿疹和其他皮肤疾病。长期接触还可能加速皮肤老化, 损害皮肤健康。长期暴露于大气颗粒物中, 特别是细微颗粒物(PM<sub>2.5</sub>), 已被证明与早死风险增加相关。细小颗粒物能够深入人体内部, 长期积累对人体造成慢性损害, 增加了多种慢性疾病的发病风险, 最终可能导致预期寿命缩短。

### 2.2 对环境的影响

大气颗粒物对环境的影响多方面且深远, 影响范围从酸雨的形成到对全球气候变化的贡献, 再到对自然美景的视觉污染以及生物多样性的威胁。酸雨的形成与大气中颗粒物含有的硫化物和氮化物密切相关。这些物质与大气中的水蒸气反应, 形成硫酸和硝酸, 随降水落至地面, 对土壤、水体、植被和建筑物造成破坏。酸雨改变了土壤和水体的化学性质, 对生态系统造成长期影响。温室效应的加剧部分源于大气颗粒物中的黑碳和其他

吸热颗粒。这些颗粒物能吸收太阳辐射, 增加大气层的温度, 加剧全球气候变化。同时, 落在冰雪覆盖区的黑碳颗粒减少了地表反射率, 加速了冰雪融化, 进一步影响全球温度和水循环。视觉污染是大气颗粒物对环境造成的直接影响之一。空气中的颗粒物降低了空气透明度, 导致能见度下降, 影响自然和城市景观的美观。在一些风景优美的地区, 如国家公园和观光胜地, 大气颗粒物引起的视觉污染特别令人关注。生物多样性的影响表现在大气颗粒物对生态系统构成的威胁<sup>[3]</sup>。颗粒物沉积可以改变土壤和水体的营养状态, 影响植物生长和水生生态系统的平衡。此外, 酸雨和增温效应进一步影响生物多样性, 导致物种分布的变化, 甚至是物种的灭绝。

### 2.3 对经济的影响

大气颗粒物对经济的影响体现在多个方面, 包括增加健康成本、清洁成本以及引起农作物减产等。健康成本的增加是由于大气颗粒物导致的广泛健康问题。空气污染引发的呼吸系统疾病、心血管问题等不仅增加了医疗费用, 还导致了劳动力损失和生产率下降。长期暴露于污染环境的人群需要频繁就医, 增加了公共卫生系统的负担, 同时减少了个人和家庭的经济福祉。清洁成本的上升与空气污染物的去除和减少密切相关。为了减轻大气颗粒物对环境和公共健康的影响, 政府和企业必须投资于空气净化技术和污染控制措施。这包括安装空气过滤系统、实施尾气净化措施和改善工业排放标准。这些措施虽然有助于改善空气质量, 但同时也增加了公共和私人部门的经济负担。农作物减产是大气颗粒物对经济造成影响的另一重要方面。空气污染物, 特别是臭氧, 对农作物的生长具有抑制作用, 能降低作物的产量和质量。此外, 颗粒物的沉降也可以改变土壤的化学性质, 影响作物的吸收和生长。农作物减产不仅影响食品供应, 还减少了农民的收入, 对农业经济产生负面影响。

## 3 大气颗粒物的控制措施

### 3.1 政策与法规

大气颗粒物的控制是一个多方面的任务, 涉及政策制定、法规执行和公众参与。在中国, 大气污染防治法是控制大气颗粒物排放的主要法律文件。该法律规定了大气环境质量和大气污染物排放标准, 旨在保护公众健康和生态环境。根据该法律, 国务院生态环境主管部门负责制定大气环境空气质量标准, 确保这些标准能够保障公众健康并与经济社会发展相适应。同时, 省级以上人民政府应当将大气污染防治工作纳入国民经济和社会发展规划, 并加大对大气污染防治的财政投入, 确保大气环境质量达到规定标准并逐步改善。此外, 大气污染防治法还强调了源头治理的重要性, 要求企业事业单位和其他生产经营者采取有效措施防止和减少大气污染。这包括对大气环境有影响的项目进行环境影响评价, 以及符合大气污染物排放标准的要求。为了加强大气污染物的控制, 中国还实施了排污许可制度。排放工业废气或者有毒有害大气污染物的企业事业单位必须取得排污许可证, 这有助于监管和控制大气污染物的排放。在技术层面, 中国

鼓励采用高效的污染物净化技术和清洁生产技术，提高各个行业和污染源的排放控制技术水平，降低污染物排放强度。

### 3.2 技术措施

在应对大气颗粒物污染的挑战中，技术措施发挥着关键作用，从工业排放净化到农业领域的创新管理，每一项策略都旨在降低环境负担，保护生态平衡。工业排放是大气颗粒物的主要来源之一，采用布袋除尘和电除尘技术能有效减轻这一问题。布袋除尘通过过滤器捕捉颗粒物，适用于多种工业排放，包括粉尘和烟雾；电除尘利用电场力作用于带电颗粒，将其吸附在收集极板上，适合处理高浓度、细小的颗粒物。这些技术不仅提升了空气质量，还有助于企业满足越来越严格的环境标准。车辆尾气治理通过使用清洁能源和尾气净化装置减少交通排放。清洁能源车辆，如电动汽车和氢燃料汽车，通过减少化石燃料的依赖，直接降低了尾气排放量。尾气净化装置，如颗粒捕集器和催化转换器，安装在传统燃油车辆上，能够减少有害气体和颗粒物的排放，使汽车排放更加环保。建筑施工尘土控制措施包括在施工现场采用封闭管理、水喷雾降尘等方法。封闭管理防止了扬尘逸散，而水喷雾则能够在空气中捕捉颗粒物，减少其对周边环境的影响。这些控制措施有效减轻了建筑施工对空气质量的负面影响，改善了施工区域及其周边居民的生活环境。农业领域中，秸秆回收利用显著减少了农业废物的开放燃烧，转而通过生物质能源转化或作为生物肥料使用，实现了农业废弃物的资源化。这不仅避免了大量颗粒物的排放，还促进了农业生产的可持续发展，提高了土地的利用效率。

### 3.3 公众参与和意识提升

公众参与和意识提升在控制大气颗粒物污染中扮演着不可或缺的角色，通过提高健康防护意识、加强环保意识宣传以及鼓励参与环保活动，共同构建更加清洁、健康的生活环境。提升健康防护意识意味着让社会各界了解大气颗粒物对健康的潜在危害，并采取实际行动以减少其影响。这包括普及如何在空气污染日减少户外活动、使用空气净化器和佩戴防护口罩等有效措施。通过学校、社区、媒体等多渠道教育，增强公众的自我保护能力，

特别是对于儿童、老年人以及有呼吸道疾病史的人群，更是至关重要。环保意识宣传旨在提高公众对大气污染及其后果的认识，促进环保行为的形成。宣传活动可以包括环境教育课程、公益广告、研讨会和讲座等，旨在揭示日常生活中的环保行为如节能减排、垃圾分类、绿色出行等如何对减少大气污染做出贡献。强化环保理念的同时，还需展示正面案例和成功故事，激发公众的积极参与和行动动力。参与环保活动为公众提供了直接参与环境保护的平台，包括植树造林、清理垃圾、环保志愿服务等。这些活动不仅有助于改善当地环境质量，还能增强参与者对环境问题的直接感受和认识，从而进一步促进公众对环保问题的关注和投入。学校、企业和非政府组织可以发起或支持这些活动，为公众参与提供便利和鼓励。

## 4 结论

探讨大气颗粒物的来源、影响及控制策略揭示了其对健康、环境和经济的深远影响。颗粒物的广泛来源要求综合控制策略，包括法律法规、技术革新以及公众意识提升。影响包括但不限于呼吸和心血管疾病、视觉和皮肤问题、农作物产量降低及对生态系统的破坏。控制大气颗粒物不仅是保护公共健康的关键，也是维护生态平衡和推动经济可持续发展的必要条件。该研究强调了多方面合作的重要性，旨在减轻大气颗粒物带来的负担，保障人类和自然环境的健康与福祉。

### [参考文献]

- [1]王新.聊城市环境空气细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)污染现状及防控对策[J].技术与市场,2022,29(9):158-160.
- [2]连宏波.大气颗粒物污染危害及控制技术[J].科学与财富,2021,13(5):105.
- [3]聂国力.大气细颗粒物污染的危害及控制策略[J].浙江水利水电专科学校学报,2020,32(4):57-60.

### 作者简介:

孙焰(1992—),女,汉族,湖南省常德市人,硕士研究生,中级工程师,研究方向:生态环境。