

空气污染对环境和健康的影响：回顾

约翰·斯塔夫罗普洛，伊莉莎维·马尼萨利迪斯，阿加桑杰罗斯·维齐尔佐格鲁，尤金妮娅·斯塔夫罗普洛斯
可持续环境研究所，塔斯马尼亚，澳大利亚

摘要：我们这个时代最大的祸害之一是空气污染，不仅因为它对气候变化的影响，而且由于发病率和死亡率的增加，它对公众和个人健康的影响。有许多污染物是人类疾病的主要因素。其中，颗粒物（PM）是一种直径可变但直径非常小的颗粒，通过吸入进入呼吸系统，导致呼吸系统和心血管疾病、生殖系统和中枢神经系统功能障碍以及癌症。尽管平流层中的臭氧对紫外线辐射具有保护作用，但在地面高浓度时是有害的，还会影响呼吸系统和心血管系统。此外，氮氧化物、二氧化硫、挥发性有机化合物（VOCs）、二恶英和多环芳烃（PAHs）都被认为是对人体有害的空气污染物。吸入高浓度的一氧化碳甚至会引起直接中毒。铅等重金属被人体吸收后，会导致直接中毒或慢性中毒，具体取决于暴露程度。由上述物质引起的疾病主要包括呼吸系统疾病，例如慢性阻塞性肺病（COPD）、哮喘、细支气管炎，以及肺癌、心血管事件、中枢神经系统功能障碍和皮肤病。最后但同样重要的是，环境污染导致的气候变化会影响许多传染病的地理分布，自然灾害也是如此。解决这个问题的唯一方法是通过公众意识以及科学专家的多学科方法；国家和国际组织必须应对这一威胁的出现并提出可持续的解决方案。

关键词：空气污染；环境；健康；公共卫生；气体排放；政策

Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review

Ioannis Stavropoulou, Elisavet Manisalidis, Agathangelos Bezirtzoglou, and Eugenia Stavropoulos
Institute of Sustainable Environment, Tasmania, Australia

Abstract: One of our era's greatest scourges is air pollution, on account not only of its impact on climate change but also its impact on public and individual health due to increasing morbidity and mortality. There are many pollutants that are major factors in disease in humans. Among them, Particulate Matter (PM), particles of variable but very small diameter, penetrate the respiratory system via inhalation, causing respiratory and cardiovascular diseases, reproductive and central nervous system dysfunctions, and cancer. Despite the fact that ozone in the stratosphere plays a protective role against ultraviolet irradiation, it is harmful when in high concentration at ground level, also affecting the respiratory and cardiovascular system. Furthermore, nitrogen oxide, sulfur dioxide, Volatile Organic Compounds (VOCs), dioxins, and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are all considered air pollutants that are harmful to humans. Carbon monoxide can even provoke direct poisoning when breathed in at high levels. Heavy metals such as lead, when absorbed into the human body, can lead to direct poisoning or chronic intoxication, depending on exposure. Diseases occurring from the aforementioned substances include principally respiratory problems such as Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), asthma, bronchiolitis, and also lung cancer, cardiovascular events, central nervous system dysfunctions, and cutaneous diseases. Last but not least, climate change resulting from environmental pollution affects the geographical distribution of many infectious diseases, as do natural disasters. The only way to tackle this problem is through public awareness coupled with a multidisciplinary approach by scientific experts; national and international organizations must address the emergence of this threat and propose sustainable solutions.

Keywords: air pollution, environment, health, public health, gas emission, policy

引言:

空气污染是空气中固体颗粒和气体的混合物。六种常见和有害的空气污染物是颗粒物、地面臭氧、一氧化碳、硫化物、氮氧化物和铅;其中,颗粒污染和地面臭氧是最普遍的健康威胁。由于它们的重要性,这里提供了关于这些常见污染物(也称为标准空气污染物)的简要概述:颗粒物或PM由悬浮在空气中的非常小的颗粒和液滴的非均质混合物组成。PM中颗粒的大小与其引起健康问题的可能性直接相关。直径 $\leq 10\ \mu\text{m}$ 的颗粒物是一般通过咽喉和鼻子进入肺部的颗粒物。然后,它们会影响身体的各个器官,尤其是心脏和肺,并可能对健康造成严重影响。根据颗粒大小,颗粒污染分为:a)“可吸入粗颗粒”,直径为 $2.5\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$,在道路和工业附近发现;b)“细颗粒”直径小于 $2.5\ \mu\text{m}$,例如就像在烟雾和烟雾中发现的那样;当发电厂、工业和汽车排放的气体在空气中发生反应时,就会形成它们。臭氧(O₃)是由三个氧原子组成的气体。在有阳光的情况下,它是通过氮氧化物和挥发性有机化合物之间的化学反应在地面产生的。臭氧在地球低层大气(即地面)形成时可能会产生有害影响。炎热的天气和阳光会导致地面臭氧在空气中形成有害浓度。一氧化碳(CO)是由碳不完全燃烧形成的无味、无色气体。主要来自机动车尾气,其次是建筑设备、工业过程和木材燃烧等非道路发动机。汽车数量的增加对全球二氧化碳排放量的增加具有重要作用。二氧化硫(SO₂)是在燃烧含硫燃料(例如煤和石油)以及从石油中提取汽油或从矿石中提取金属时形成的气体。氮氧化物(NO_x)是一组高活性气体,含有不同水平的氮和氧。铅通常从机动车辆和工业来源排放。其他固定来源是废物焚化炉、公用事业和铅酸电池制造商。除了接触空气中的铅外,其他主要接触途径包括摄入饮用水和受铅污染的食物中的铅,以及偶然摄入受铅污染的土壤和灰尘。含铅涂料仍然是老房子的主要暴露途径。有些玩具可能含有大量对儿童健康有害的铅。

考虑了两种类型的空气质量标准:主要标准设定了保护公众健康的限制,包括哮喘患者、儿童和老年人等“敏感”人群的健康。二级标准为保护公共福利设定了限制,包括防止能见度下降、对动物、作物、植被和建筑物的损害。大量科学研究已将颗粒污染暴露与各种健康问题联系起来,包括:呼吸道症状增加,例如呼吸道刺激、咳嗽、呼吸困难、肺功能下降、引发哮喘、慢性支气管炎、心律失常、心脏病发作、早产心血管或呼吸系统疾病、咳嗽、呼吸困难、喘息和慢性肺病患者的死

亡。一氧化碳会减少向身体器官输送氧气,心血管患者可能会受到最严重的影响。此外,它可能会导致视力问题、工作或学习能力下降以及难以执行复杂的任务。在极高的水平下,一氧化碳是有毒的,会导致死亡。此外,CO有助于形成烟雾及其随之而来的呼吸问题。二氧化硫会导致哮喘患者呼吸困难。长期暴露于高浓度的二氧化硫气体和颗粒物可能会致癌,并可能导致呼吸系统疾病和加重心血管疾病;它还可能导致眼睛灼热和头痛。二氧化硫和氮氧化物与空气中的其他物质反应形成酸,这些酸会以雨、雾、雪或干颗粒的形式落到地球上。二氧化氮(NO₂)可引起肺部刺激、病毒感染、气道阻力和胸闷。

一、暴露来源

众所周知,大多数环境污染物是通过大规模的人类活动排放的,例如使用工业机械、发电站、内燃机和汽车。由于这些活动的规模如此之大,它们是迄今为止造成空气污染的主要因素,据估计,汽车造成了当今大约80%的污染。其他一些人类活动也在较小程度上影响我们的环境,例如田间耕作技术、加油站、油箱加热器和清洁程序,以及火山和土壤喷发和森林火灾等多种自然资源。大气污染物的分类主要依据产生污染的来源。因此,值得一提的是四个主要来源,按照分类系统:主要来源、区域来源、移动来源和自然来源。主要来源包括发电站、炼油厂和石化、化学和化肥工业、冶金和其他工业厂房的污染物排放,最后是市政焚烧。室内区域来源包括家庭清洁活动、干洗店、印刷店和加油站。移动来源包括汽车、汽车、铁路、航空和其他类型的车辆。最后,如前所述,自然来源包括森林火灾、火山侵蚀、沙尘暴和农业燃烧等物理灾害。

然而,已经提出了许多分类系统。另一种分类是根据污染接受者进行分组,如下所示:空气污染被确定为空气中长期大量存在污染物。空气污染物有分散颗粒、碳氢化合物、CO、CO₂、NO、NO₂、SO₃等。水污染是影响水质的高水平有机和无机电荷和生物电荷。土壤污染是通过释放化学物质或处理重金属、碳氢化合物和杀虫剂等废物而发生的。空气污染会通过污染降水、落入水和土壤环境中来影响土壤和水体的质量。值得注意的是,酸性沉淀会影响植物、培养物和水质,从而改变土壤的化学性质。此外,土壤酸度有利于重金属的移动,金属因此进入水环境。众所周知,铝等重金属对野生动物和鱼类有害。土壤质量似乎很重要,因为碳酸钙含量低的土壤更容易受到酸雨的威胁。除了雨,雪和颗

颗粒物滴入水体。最后，污染分为以下来源类型：放射性和核污染，在核爆炸和事故期间、核武器以及通过处理或处置放射性污水将放射性和核污染物释放到水、空气和土壤中。放射性物质会污染地表水体，对环境、植物、动物和人类有害。众所周知，镭和铀等几种放射性物质会集中在骨骼中，并可能导致癌症。噪音污染是由对我们的听力有害的机器、车辆、交通噪音和音乐装置产生的。世界卫生组织引入了 DALYs 一词。疾病或健康状况的 DALY 被定义为由于人口过早死亡而导致的生命损失年数 (YLL) 和患有该健康状况或其后果的人因残疾而损失的年数 (YLD) 的总和。在欧洲，空气污染是残疾调整生命年损失 (DALYs) 的主要原因，其次是噪音污染。已经研究了噪音和空气污染与健康的潜在关系。研究发现，与噪声相关的 DALY 比与空气污染相关的更重要，因为环境噪声对心血管疾病的影响与空气污染无关。环境噪声应被视为一项独立的公共卫生风险。

当环境的物理、化学或生物成分（气团、温度、气候等）发生变化时，就会发生环境污染。污染物通过增加高于正常水平或通过引入有害有毒物质来危害我们的环境。一次污染物直接从上述来源产生，二次污染物作为一次污染物的副产品排放。如前所述，污染物可以是可生物降解的或不可生物降解的，并且可以是天然来源的或人为的。此外，它们的来源可以是独特的来源（点源）或分散的来源。

污染物在物理和化学性质上存在差异，这解释了它们产生毒性作用的能力的差异。例如，我们在此声明气溶胶化合物比气态化合物具有更大的毒性，因为它们在大气中的尺寸很小（固体或液体）；他们有更大的渗透能力。我们的呼吸系统更容易消除气态化合物。这些颗粒能够损害肺部，甚至可以进入血液，导致每年数百万人过早死亡。此外，气溶胶酸度 ($[H^+]$) 似乎大大提高了二次有机气溶胶 (SOA) 的产生，但最后一个方面并未得到其他科学团队的支持。

二、气候与污染

空气污染与气候变化密切相关。气候是同一枚硬币的另一面，它降低了我们地球的质量。黑碳、甲烷、对流层臭氧和气溶胶等污染物会影响入射阳光的数量。结果，地球温度升高，导致冰、冰山和冰川融化。

在这方面，气候变化将影响欧洲残留感染和输入感染的发病率和流行率。气候和天气强烈影响爆发的持续时间、时间和强度，并改变全球传染病的分布图。蚊子传播的寄生虫或病毒性疾病对气候极为敏感，因为变暖

首先会缩短病原体的潜伏期，其次会改变载体的地理分布。同样，气候变化后的水变暖导致水传播感染的高发生率。最近，在欧洲，由于人口迁移，已根除的疾病似乎正在出现，例如霍乱、脊髓灰质炎、蜱传脑炎和疟疾。

流行病的传播与自然气候灾害和风暴有关，如今这些灾害和风暴似乎更频繁地发生。营养不良和免疫系统失衡也与影响公共卫生的新出现的感染有关。基孔肯雅病毒“乘飞机”从印度洋传到欧洲，因为该病在意大利爆发，在法国也出现本土病例。洪水过后，英国和捷克共和国的隐孢子虫病似乎有所增加。如前所述，气溶胶化合物体积很小，对气候有很大影响。它们能够通过将四分之一的太阳光线散射回太空来消散阳光（反照率现象），并在过去 30 年中降低了全球温度。

三、空气污染物

世界卫生组织 (WHO) 报告了六种主要空气污染物，即颗粒物污染、地面臭氧、一氧化碳、硫氧化物、氮氧化物和铅。空气污染会对环境的所有组成部分产生灾难性影响，包括地下水、土壤和空气。此外，它对生物体构成严重威胁。在这方面，我们的兴趣主要集中在这些污染物上，因为它们与人类健康和环境影响中更广泛和更严重的问题有关。酸雨、全球变暖、温室效应和气候变化对空气污染具有重要的生态影响。

颗粒物 (PM) 和健康

研究表明颗粒物 (PM) 与不良健康影响之间存在关系，重点关注短期（急性）或长期（慢性）PM 暴露。由于不同污染物之间的化学反应，大气中通常会形成颗粒物 (PM)。颗粒的渗透与它们的大小密切相关。颗粒物 (PM) 被美国环境保护署定义为颗粒的术语。颗粒物 (PM) 污染包括直径为 10 微米 (μm) 或更小的颗粒，称为 PM₁₀，以及直径通常为 2.5 微米 (μm) 或更小的极细颗粒。

颗粒物含有微小的液体或固体液滴，可被吸入并导致严重的健康影响。吸入后直径小于 10 μm 的颗粒物 (PM₁₀) 可侵入肺部，甚至到达血流。细颗粒物 PM_{2.5} 对健康构成更大的风险 (表 1)。

已经对 PM 的健康影响进行了多项流行病学研究。PM_{2.5} 的短期和长期暴露与急性鼻咽炎呈正相关。此外，长期暴露于 PM 多年被发现与心血管疾病和婴儿死亡率有关。

这些研究依赖于 PM_{2.5} 监测器，并且由于缺乏空间分辨的每日 PM_{2.5} 浓度数据，因此在研究区域或城市区域方面受到限制，因此不能代表整个人口。根据哈佛大

表1 根据颗粒大小的渗透性

Table 1
Penetrability according to particle size.

Particle size	Penetration degree in human respiratory system
>11 μm	Passage into nostrils and upper respiratory tract
7-11 μm	Passage into nasal cavity
4.7-7 μm	Passage into larynx
3.3-4.7 μm	Passage into trachea-bronchial area
2.1-3.3 μm	Secondary bronchial area passage
1.1-2.1 μm	Terminal bronchial area passage
0.65-1.1 μm	Bronchioles penetrability
0.43-0.65 μm	Alveolar penetrability

学公共卫生学院（马萨诸塞州波士顿）环境卫生系最近的一项流行病学研究，据报道，随着 PM2.5 浓度在空间上的变化，似乎会产生暴露误差（伯克森误差），并且短期和长期影响的相对幅度尚未完全阐明。该团队基于遥感数据开发了一个 PM2.5 暴露模型，用于评估人类的短期和长期暴露。该模型允许对短期效应进行空间分辨率以及对整个人群的长期效应进行评估。

此外，呼吸系统疾病和免疫系统的影响被登记为长期慢性影响。值得注意的是，患有哮喘、肺炎、糖尿病以及呼吸系统和心血管疾病的人特别容易受到 PM 的影响。PM2.5，其次是 PM10，与多种呼吸系统疾病密切相关，因为它们的大小允许它们穿透室内空间。这些颗粒根据其化学和物理特性产生毒性作用。PM10和PM2.5的成分在自然界中可以是有机物（多环芳烃、二恶英、苯、1-3丁二烯）或无机物（碳、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、金属）。

颗粒物（PM）根据类型和大小分为四个主要类别（61）（表2）。

表2 颗粒物（PM）的类型和大小

Type	PM diameter [μm]	
Particulate contaminants	Smog	0.01-1
	Soot	0.01-0.8
	Tobacco smoke	0.01-1
	Fly ash	1-100
	Cement Dust	8-100
Biological Contaminants	Bacteria and bacterial spores	0.7-10
	Viruses	0.01-1
	Fungi and molds	2-12
	Allergens (dogs, cats, pollen, household dust)	0.1-100
Types of Dust	Atmospheric dust	0.01-1
	Heavy dust	100-1000
	Settling dust	1-100
Gases	Different gaseous contaminants	0.0001-0.01

气体污染物包括空气质量中的 PM。颗粒污染物包括烟雾、煤烟、烟草烟雾、油烟、飞灰和水泥粉尘等污染物。生物污染物是微生物（细菌、病毒、真菌、霉菌和细菌孢子）、猫过敏原、屋尘和过敏原以及花粉。粉尘的类型包括悬浮大气粉尘、沉降粉尘和重粉尘。最后，另一个事实是 PM10 和 PM2.5 颗粒在大气中的半衰期由于它们的微小尺寸而延长了；这使得它们可以在大气中长期悬浮，甚至可以转移和传播到遥远的目的地，在那里人们和环境可能会受到同样严重的污染。它们能够改变水生态系统中的营养平衡，破坏森林和农作物，酸化水体。如前所述，PM2.5 由于体积小，正在造成更严重的健康影响。上述这些细小颗粒是不同城市地区形成“雾霾”的主要原因。

大气中的臭氧影响

臭氧（O3）是由氧气在高压放电下形成的气体。它是一种强氧化剂，比氯强 52%。它出现在平流层，但也可在对流层光化学烟雾的连锁反应之后出现。

臭氧可以从最初的来源传播到遥远的地区，随着气团移动。令人惊讶的是，与城市地区臭氧水平的增加相比，城市的臭氧水平较低，这可能对文化、森林和植被有害，因为它正在减少碳同化。臭氧由于其抗菌能力而降低了生长和产量并影响植物微生物区系。在这方面，臭氧作用于其他自然生态系统，微生物区系和动物物种改变了它们的物种组成。臭氧会增加表皮角质形成细胞中的 DNA 损伤并导致细胞功能受损。

地面臭氧（GLO）是通过氮氧化物和从自然资源排放的 VOC 之间的化学反应和/或在人为活动之后产生的。臭氧吸收通常通过吸入发生。臭氧会影响皮肤的上层和泪管。一项对小鼠短期暴露于高浓度臭氧的研究表明，在上层皮肤（表皮）中会形成丙二醛，但也会消耗维生素 C 和 E。臭氧水平可能不会干扰皮肤屏障功能和完整性易患皮肤病。

由于臭氧的水溶性低，吸入的臭氧具有深入肺部的能力。臭氧引起的毒性作用在世界各地的城市地区都有记录，导致生化、形态、功能和免疫学紊乱。

欧洲项目（APHEA2）侧重于环境臭氧浓度对死亡率的急性影响。3 年期间，不同欧洲城市报告了每日臭氧浓度与每日死亡人数的比较。在一年中的温暖时期，观察到的臭氧浓度增加与每日死亡人数（0.33%）、呼吸系统死亡人数（1.13%）和心血管死亡人数（0.45%）。在冬季没有观察到任何影响。

一氧化碳（CO）

当燃烧不完全时，化石燃料会产生一氧化碳。吸入一氧化碳引起的中毒症状包括头痛、头晕、虚弱、恶心、呕吐，最后是意识丧失。

一氧化碳对血红蛋白的亲合力远大于氧气。在这种情况下，长时间暴露于高浓度一氧化碳的人可能会发生严重中毒。由于一氧化碳的竞争性结合导致氧气的损失，观察到缺氧、局部缺血和心血管疾病。

一氧化碳会影响与全球变暖和气候密切相关的温室气体。这将导致土壤和水温升高，并可能发生极端天气条件或风暴。然而，在实验室和现场实验中，已经看到它可以促进植物生长。

一氧化氮 (NO₂)

一氧化氮是一种与交通有关的污染物，因为它从汽车发动机排放的。它是呼吸系统的刺激物，因为它深入肺部，吸入高浓度时会引起呼吸系统疾病、咳嗽、喘息、呼吸困难、支气管痉挛，甚至肺水肿。似乎超过 0.2 ppm 的浓度会对人类产生这些不利影响，而高于 2.0 ppm 的浓度会影响 T 淋巴细胞，尤其是产生免疫反应的 CD8+ 细胞和 NK 细胞。据报道，长期暴露于高浓度二氧化氮可导致慢性肺病。长期接触二氧化氮会损害嗅觉。

但是，可能涉及呼吸系统以外的系统，因为已经记录了眼睛、喉咙和鼻子刺激等症状。高水平的二氧化氮对作物和植被有害，因为据观察它们会降低作物产量和植物生长效率。此外，二氧化氮会降低能见度并使织物变色。

二氧化硫 (SO₂)

二氧化硫是一种有害气体，主要由化石燃料消耗或工业活动排放。SO₂ 的年度标准为 0.03 ppm。它影响人类、动物和植物的生命。易感人群，如肺病患者、老年人和儿童，他们的损伤风险较高。工业化地区与二氧化硫排放相关的主要健康问题是呼吸道刺激、支气管炎、粘液产生和支气管痉挛，因为它是一种感觉刺激物，可深入肺部并转化为亚硫酸氢盐并与感觉受体相互作用，导致支气管收缩。此外，已经观察到皮肤发红、眼睛（流泪和角膜混浊）和粘膜受损，以及先前存在的心血管疾病恶化。环境不利影响，例如土壤酸化和酸雨，似乎与二氧化硫排放有关。

铅

铅是一种重金属，用于不同的工业工厂，并从一些汽油发动机、电池、散热器、废物焚化炉和废水中排放。此外，空气中铅污染的主要来源是金属、矿石和活塞发动机飞机。铅中毒对公众健康构成威胁，因为它对人类、

动物和环境产生有害影响，尤其是在发展中国家。

接触铅可通过吸入、摄入和皮肤吸收发生。还报告了铅的跨胎盘运输，因为铅通过胎盘不受阻碍。胎儿越年轻，毒性作用就越有害。铅毒性影响胎儿神经系统；观察到脑水肿或肿胀。吸入铅后，会在血液、软组织、肝、肺、骨骼以及心血管、神经和生殖系统中积聚。此外，在成人中观察到注意力和记忆力下降，以及肌肉和关节疼痛。

即使是最小剂量的铅，儿童和新生儿也极易受到影响，因为它是一种神经毒剂，会导致学习障碍、记忆障碍、多动，甚至智力迟钝。环境中铅含量升高对植物和作物生长有害。在脊椎动物和动物中观察到与高铅水平相关的神经系统影响。

多环芳烃 (PAHs)

PAHs 的分布在环境中无处不在，因为大气是其扩散的最重要手段。它们存在于煤和焦油沉积物中。此外，它们是通过有机物的不完全燃烧产生的，例如森林火灾、焚烧和发动机的情况。PAH 化合物，例如苯并芘、芘、蒽和荧蒽，被认为是有毒、致突变和致癌物质。它们是肺癌的重要危险因素。

挥发性有机化合物 (VOCs)

挥发性有机化合物 (VOC)，如甲苯、苯、乙苯和二甲苯，已被发现与人类癌症有关。新产品和新材料的使用实际上导致了 VOC 浓度的增加。挥发性有机化合物污染室内空气，可能对人体健康产生不利影响。观察到对人类健康的短期和长期不利影响。挥发性有机化合物是造成室内空气气味的原因。发现短期接触会引起眼睛、鼻子、喉咙和粘膜的刺激，而长期接触会引起毒性反应。难以估计复杂 VOC 混合物的毒性影响的可预测评估，因为这些污染物可能具有协同、拮抗或无关的影响。

二恶英

二恶英来自工业过程，但也来自自然过程，例如森林火灾和火山爆发。它们在肉类和奶制品、鱼和贝类等食物中积累，尤其是在动物的脂肪组织中。

短期暴露于高浓度的二恶英可能会导致皮肤出现黑斑和损伤。长期接触二恶英会导致发育问题、免疫、内分泌和神经系统受损、生殖不育和癌症。

毫无疑问，化石燃料消耗是造成空气污染的很大一部分。这种污染可能是人为的，例如在农业和工业过程或运输中，而来自自然资源的污染也是可能的。有趣的是，值得注意的是，通过欧洲空气质量指令制定的空气质量标准比 WHO 的指南更为宽松，后者更为严格。

四、空气污染对健康的影响

最常见的空气污染物是地面臭氧和颗粒物 (PM)。空气污染分为两种主要类型:

- 室外污染是环境空气污染。
- 室内污染是家庭燃烧燃料产生的污染。

暴露于高浓度空气污染物的人会出现疾病症状和严重程度越来越低的状态。这些影响分为影响健康的短期和长期影响。需要注意健康防护措施的易感人群包括老年人、儿童以及患有糖尿病和易患心肺疾病,尤其是哮喘的人群。

如前所述,根据哈佛大学公共卫生学院最近的一项流行病学研究,由于不同的流行病学方法和暴露错误,短期和长期影响的相对幅度尚未完全阐明。为更成功地评估短期和长期人体暴露数据提出了新模型。因此,在本节中,我们报告了更常见的短期和长期健康影响,以及对这两种影响的普遍关注,因为这些影响通常取决于环境条件、剂量和个体敏感性。

短期影响是暂时的,从简单的不适,如眼睛、鼻子、皮肤、喉咙、喘息、咳嗽和胸闷和呼吸困难,到更严重的状态,如哮喘、肺炎、支气管炎和肺和心脏问题。短期接触空气污染也会导致头痛、恶心和头晕。

长期长期接触污染物会加剧这些问题,这对神经系统、生殖系统和呼吸系统有害,并导致癌症,甚至在极少数情况下会导致死亡。长期影响是慢性的,持续数年或终生,甚至可能导致死亡。此外,从长远来看,几种空气污染物的毒性也可能诱发多种癌症。

如前所述,呼吸系统疾病与吸入空气污染物密切相关。这些污染物会通过呼吸道侵入并在细胞中积聚。对靶细胞的损伤应与所涉及的污染物成分及其来源和剂量有关。健康影响还与国家、地区、季节和时间密切相关。与上述因素有关的污染物暴露时间延长应倾向于对健康产生长期影响。

颗粒物 (PM)、灰尘、苯和 O₃ 会对呼吸系统造成严重损害。此外,在现有呼吸道疾病 (如哮喘) 的情况下,还有额外的风险。长期影响在有易感疾病状态的人中更为常见。当气管被污染物污染时,急性接触后可能会出现声音改变。空气污染后可能诱发慢性阻塞性肺病 (COPD),从而增加发病率和死亡率。交通、工业空气污染和燃料燃烧的长期影响是 COPD 风险的主要因素。

暴露于空气污染物后已观察到多种心血管效应。长期接触后血细胞发生的变化可能会影响心脏功能。据报道,长期暴露于交通排放物后会发生冠状动脉硬化,而

短期暴露与高血压、中风、心肌梗塞和心功能不全有关。据报道,人类在长期接触氮氧化物 (NO₂) 后会发生心室肥大。在长期暴露于空气污染物后,已在成人和儿童中观察到神经系统影响。

五、空气污染对环境的影响

空气污染不仅危害人类健康,也危害我们生活的环境。最重要的环境影响如下。酸雨是含有有毒硝酸和硫酸的湿 (雨、雾、雪) 或干 (颗粒物和气体) 沉淀。它们能够酸化水和土壤环境,破坏树木和种植园,甚至破坏建筑物和户外雕塑、建筑和雕像。

当细颗粒分散在空气中并降低大气的透明度时,就会产生雾霾。它是来自工业设施、发电厂、汽车和卡车的空气中的气体排放引起的。

如前所述,臭氧出现在地球大气层的地面和上层 (平流层)。平流层臭氧保护我们免受太阳有害紫外线 (UV) 的伤害。相比之下,地面臭氧对人体健康有害,是一种污染物。不幸的是,平流层臭氧逐渐被消耗臭氧层的物质 (即化学品、杀虫剂和气溶胶) 破坏。如果这种保护性的平流层臭氧层变薄,那么紫外线辐射就会到达我们的地球,对人类生命 (皮肤癌) 和农作物造成有害影响。在植物中,臭氧会穿透气孔,诱导气孔关闭,从而阻止 CO₂ 转移并导致光合作用减少。

全球气候变化是人类关注的重要问题。众所周知,“温室效应”使地球温度保持稳定。不幸的是,人类活动通过产生大量温室气体破坏了这种温度保护效应,全球变暖正在加剧,对人类健康、动物、森林、野生动物、农业和水环境造成有害影响。一份报告指出,全球变暖正在增加穷人的健康风险。随着气温升高,生活在气候温暖的家中建筑结构简陋的人们面临与热相关的健康问题的高风险。

野生动物受到来自空气、土壤或水生态系统的有毒污染物的影响,因此,动物在暴露于高浓度污染物时会出现健康问题。已经报道了生殖失败和生育影响。当营养物质 (尤其是氮) 浓度升高刺激水生藻类繁殖时,就会发生富营养化,这会导致鱼类多样性的不平衡及其死亡。

毫无疑问,存在一个生态系统可以承受而不被破坏的临界污染浓度,这与生态系统中中和酸度的能力有关。加拿大酸雨计划将这一负荷设定为 20 公斤/公顷/年。因此,空气污染对土壤和水都有不利影响。关于 PM 作为一种空气污染物,它对作物产量和粮食生产力的影响已有报道。它对水体的影响与生物体和鱼类的生存及其生产力潜力有关。

在暴露于臭氧影响的植物中观察到光合节律和新陈代谢受损。硫和氮氧化物参与酸雨的形成，对植物和海洋生物有害。最后但同样重要的是，如上所述，与铅和其他金属相关的毒性是对我们的生态系统（空气、水和土壤）和生物的主要威胁。

六、结论

空气污染是一个具有严重公共卫生影响的全球健康问题，尤其是对儿童而言。通常会考虑空气污染物对呼吸的影响，但也应强调其他健康危害的重要性。除了短期影响外，早年接触标准空气污染物可能会产生长期风险，主要是慢性非传染性疾病，如心血管疾病和癌症。鉴于慢性病在低收入和中等收入国家新出现的流行病，这些社区快速城市化的恶性循环导致空气污染水平不断提高及其对慢性病的影响，以及有限的财政资源这些国家在规划有效的空气污染控制方案、公共卫生和空气质量保护监管政策方面应纳入初级卫生保健系统的主要优先事项和卫生专业人员的教育课程。

参考文献：

[1]WHO Air Pollution. WHO. Available online at: <http://www.who.int/airpollution/en/> (accessed October 5, 2019).

[2]Moore FC. Climate change and air pollution: exploring the synergies and potential for mitigation in industrializing countries. *Sustainability*. (2009) 1:43 - 54. 10.3390/su1010043

[3]USGCRP (2009). Global Climate Change Impacts in the United States. In: Karl TR, Melillo JM, Peterson TC, editors. *Climate Change Impacts by Sectors: Ecosystems*. New

York, NY: United States Global Change Research Program. Cambridge University Press.

[4]Marlon JR, Bloodhart B, Ballew MT, Rolfe-Redding J, Roser-Renouf C, Leiserowitz A, et al. (2019). How hope and doubt affect climate change mobilization. *Front. Commun.* 4:20 10.3389/fcomm.2019.00020

[5]Eze IC, Schaffner E, Fischer E, Schikowski T, Adam M, Imboden M, et al. . Long- term air pollution exposure and diabetes in a population-based Swiss cohort. *Environ Int.* (2014) 70:95 - 105. 10.1016/j.envint.2014.05.014

[6]Samet J, Krewski D. Health effects associated with exposure to ambient air pollution. *J Toxicol Environ Health A.* 2007;70:227 - 42.

[7]Chen B, Kan H. Air pollution and population health: a global challenge. *Environ Health Prev Med.* 2008;13:94 - 101.

[8]Brook RD, Franklin B, Cascio W, et al. Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. *Circulation.* 2004;109:2655 - 71.

[9]Han X, Naeher LP. A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environ Int.* 2006;32:106 - 20.

[10]Kim JJ. American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health. Ambient air pollution: health hazards to children. *Pediatrics.* 2004;114:1699 - 707.