

大气污染物对健康影响的研究

王杰

广西建设职业技术学院, 广西 南宁 530000

[摘要] 随着工业化和城市化的快速发展, 大气污染问题日益严重, 对人类健康构成了巨大威胁。此文旨在全面探讨大气污染物对健康的影响, 分析主要大气污染物的来源、分类、暴露途径及其对人体健康的潜在危害。通过综述现有研究成果, 结合流行病学、毒理学和环境科学等多学科理论, 文中深入剖析大气污染物与呼吸系统疾病、心血管系统疾病、神经系统疾病以及致癌作用之间的关联, 并提出相应的防治策略和建议, 以期环境保护和公众健康提供科学依据。

[关键词] 大气污染物; 健康影响; 防治策略; 流行病学研究; 毒理学研究

DOI: 10.33142/nsr.v1i3.14915

中图分类号: X171.5

文献标识码: A

Research on the Impact of Air Pollutants on Health

WANG Jie

Guangxi Polytechnic College, Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: With the rapid development of industrialization and urbanization, air pollution has become increasingly serious, posing a huge threat to human health. This article aims to comprehensively explore the impact of air pollutants on health, analyze the sources, classifications, exposure pathways, and potential hazards of major air pollutants to human health. By reviewing existing research results and combining multidisciplinary theories such as epidemiology, toxicology, and environmental science, this article deeply analyzes the relationship between atmospheric pollutants and respiratory diseases, cardiovascular diseases, neurological diseases, and carcinogenic effects, and proposes corresponding prevention and treatment strategies and suggestions, in order to provide scientific basis for environmental protection and public health.

Keywords: atmospheric pollutants; health impact; prevention and control strategies; epidemiological research; toxicological research

随着工业化和城市化的加速发展, 大气污染物排放显著增加, 对人类健康构成严重威胁。大气污染已成为全球性的环境问题, 其影响不仅局限于自然环境, 更深入到人类生活的方方面面, 特别是在健康领域。近年来, 频繁发生的雾霾天气、酸雨现象以及因空气污染导致的呼吸系统疾病和心血管疾病高发, 都是大气污染对人类健康造成危害的直观证据^[1]。例如, 2024年中央生态环境保护督察组在多个省市发现的大气污染防治不力问题, 以及交通领域大气污染环境违法案例, 都凸显了大气污染的严峻形势。

鉴于大气污染物对人类健康的严重影响, 开展大气污染物对健康影响的研究具有迫切性和重要性。本研究旨在通过系统分析大气污染物的主要成分、来源、暴露途径及其对人体健康的潜在影响机制, 为制定有效的环境保护政策和健康防护策略提供科学依据。这不仅有助于保护公众健康, 促进可持续发展, 也是应对全球环境挑战、构建人与自然和谐共生社会的必然要求。

1 大气污染物概述

1.1 主要大气污染物及其来源

大气污染物种类繁多, 对环境和人体健康构成严重威胁。本节将重点介绍颗粒物、气体污染物以及挥发性有机物这三类主要的大气污染物及其来源。

1.1.1 颗粒物

颗粒物是大气污染中最为显著的组成部分, 根据空气动力学直径的大小, 可进一步细分为总悬浮颗粒物(TSP)、可吸入颗粒物(PM₁₀)和细颗粒物(PM_{2.5})。TSP指的是空气中所有悬浮的固体和液体颗粒物的总称, 而PM₁₀特指能够通过鼻孔和咽喉进入人体肺部, 但大部分能被上呼吸道阻挡的颗粒物。PM_{2.5}则因其极小的粒径, 能够深入肺部甚至进入血液循环, 对人体健康构成更大威胁^[2]。这些颗粒物主要源自工业排放、汽车尾气排放、建筑施工及拆除产生的扬尘、农业活动(如农药喷洒、秸秆焚烧)以及自然源(如风沙、森林火灾)等。

1.1.2 气体污染物

气体污染物主要包括二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)和臭氧(O₃)等。SO₂主要由含硫燃料的燃烧产生, 如煤炭和石油的燃烧, 以及某些工业过程中的废气排放。NO_x则主要来源于汽车尾气中的氮氧化物排放, 以及工业过程中的高温燃烧反应^[3]。O₃并非直接排放到大气中, 而是由NO_x和挥发性有机物(VOCs)在阳光照射下发生光化学反应生成, 因此常在晴朗且阳光充足的天气条件下达到较高浓度。

1.1.3 挥发性有机物

挥发性有机物(VOCs)是一类在常温下易挥发的有机

化合物,种类繁多,包括苯、甲苯、二甲苯、甲醛等。它们主要来源于工业排放、汽车尾气、室内装修及家具释放的油漆和胶水中的化学物质,以及某些农业活动。VOCs不仅对人体健康有直接危害,还能参与大气中的光化学反应,促进 O_3 的生成,进一步加剧大气污染^[4]。

1.2 大气污染物的暴露途径

大气污染物进入人体的途径多种多样,但呼吸道暴露无疑是最为直接且主要的方式。人们通过呼吸,将空气中的污染物直接吸入肺部,其中PM2.5等细小颗粒物甚至能穿透肺泡进入血液循环,影响全身健康。此外,皮肤接触也是大气污染物进入人体的途径之一,尤其是某些能够溶于皮肤油脂或通过皮肤渗透的污染物。虽然食物链不是大气污染物进入人体的主要途径,但某些污染物(如重金属)可能通过污染的水源或土壤进入食物链,进而被人类摄入。然而,相比之下,呼吸道暴露仍然是大气污染物对人体健康影响最为显著的途径。

综上所述,大气污染物种类繁多,来源广泛,且主要通过呼吸道进入人体,对人体健康构成严重威胁。因此,深入研究大气污染物的来源、传输、转化及其对健康的影响机制,对于制定有效的污染防治策略和保护公众健康具有重要意义。

2 大气污染物对健康的影响

2.1 呼吸系统疾病

2.1.1 颗粒物与呼吸系统疾病

颗粒物,尤其是PM2.5,是呼吸系统疾病的主要诱因之一。它们能够深入肺部,甚至穿透肺泡进入血液循环,导致呼吸道炎症、肺功能下降以及慢性阻塞性肺疾病(COPD)等严重问题^[5]。长期暴露于高浓度的颗粒物环境中,不仅会增加慢性呼吸道疾病的发病率,还会显著提升肺癌的风险。流行病学研究指出,PM2.5浓度每增加10微克/立方米,慢性阻塞性肺疾病的发病率就会相应增加约3%。此外,颗粒物表面常附着有病毒、细菌等微生物,进一步增加了呼吸道感染的风险。

2.1.2 气体污染物与呼吸系统疾病

二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)等气体污染物同样对呼吸系统构成严重威胁^[6]。 SO_2 能够与水蒸气结合形成硫酸雾,对呼吸道产生强烈的刺激作用,引发咳嗽、气喘等症状,长期暴露还可能导致慢性支气管炎和哮喘等疾病。 NO_x 则在大气中与其他化合物反应生成硝酸和硝酸盐气溶胶,进一步加重呼吸系统的负担。臭氧(O_3)作为二次污染物,主要在高浓度阳光照射下由 NO_x 和挥发性有机物(VOCs)反应生成,它不仅能直接刺激呼吸道,还能加剧哮喘等呼吸系统疾病的症状。

2.2 心血管系统疾病

2.2.1 颗粒物与心血管系统疾病

颗粒物对心血管系统的影响同样显著。PM2.5等细颗

颗粒物能够引起血管内皮细胞损伤、炎症反应和氧化应激,从而增加心血管疾病的风险。这些颗粒物还能通过影响自主神经系统和血液凝固系统,间接加剧心血管系统的负担。长期暴露于高浓度颗粒物环境中,个体患高血压、冠心病、心肌梗死等心血管疾病的概率显著增加。

2.2.2 气体污染物与心血管系统疾病

气体污染物如 SO_2 和 NO_x 对心血管系统也有明显的损害作用。它们能够引起血管收缩、血液黏稠度增加,进而增加心血管疾病的发病率^[7]。 O_3 在特定气象条件下(如高温天气)浓度升高时,对心血管系统的负面影响尤为显著,可能导致心血管疾病住院率上升。研究表明, O_3 浓度每增加 $10\mu g/m^3$,心血管疾病的住院率就可能增加约1%。

2.3 神经系统疾病

近年来,大气污染物对神经系统的影响逐渐受到科学界的关注^[8]。颗粒物和气体污染物能够通过多种途径进入人体,穿过血脑屏障,对神经系统造成损害。长期暴露于高浓度的大气污染物环境中,个体可能出现神经衰弱、记忆力减退等症状,甚至可能患上帕金森病等神经系统疾病。此外,某些大气污染物还可能影响儿童的神经系统发育,导致智力低下、行为异常等问题^[9]。

2.4 致癌作用

多项研究表明,大气污染物中的某些成分具有致癌性^[10]。特别是PM2.5等细颗粒物,由于其表面积大、吸附能力强,常携带有多环芳烃等致癌物质。长期暴露于高浓度的PM2.5环境中,个体患肺癌的风险显著增加。此外,某些气体污染物如 SO_2 和 NO_x 也可能通过促进细胞氧化应激和DNA损伤等机制,间接增加癌症的发病风险。研究表明,PM2.5浓度每增加10微克/立方米,肺癌的发病率就增加约8%。

3 流行病学与毒理学研究

在探究大气污染物对健康影响的复杂领域中,流行病学与毒理学研究构成了不可或缺的双重视角,它们相互补充,共同深化了我们对这一问题的理解。

3.1 流行病学研究:揭示关联与趋势

流行病学作为连接环境因素与人群健康之间桥梁的科学,其在研究大气污染物健康效应方面发挥着至关重要的作用。该方法通过大规模的数据收集与分析,包括但不限于队列研究、横断面研究以及病例对照研究,来探索污染物浓度与特定健康结局之间的统计联系。近年来,随着监测技术的进步和数据共享机制的完善,越来越多的流行病学研究揭示了大气污染物(如颗粒物PM2.5、二氧化硫 SO_2 、氮氧化物 NO_x 等)与一系列健康问题之间的显著相关性。

例如,哈佛大学的六城市研究是一项具有里程碑意义的队列研究,该研究跟踪了美国六个城市近万名居民的健康状况,发现长期暴露于高浓度PM2.5环境中的人群,其全因死亡率、心血管疾病和肺癌的发病率均显著高于暴露于低浓度PM2.5环境的人群。此外,欧洲的多中心研究也

发现,SO₂和NO_x浓度与呼吸系统疾病和心血管疾病的发病率呈正相关关系^[11]。这些研究不仅揭示了大气污染物对健康的广泛影响,也为制定环境保护政策和公共卫生干预措施提供了科学依据。

3.2 毒理学研究:深入机制与毒性评估

毒理学研究则从宏观的流行病学观察深入到微观层面,通过实验室条件下的动物模型和细胞实验,直接探究大气污染物对人体细胞、组织乃至整体生理机能的毒性作用机制。这类研究能够模拟不同浓度、不同持续时间的污染物暴露情景,观察并记录实验对象在分子、细胞、器官乃至系统水平上的响应变化。

例如,研究发现PM_{2.5}能够通过氧化应激和炎症反应途径引起血管内皮细胞损伤,进而促进动脉粥样硬化的形成和发展。此外,某些挥发性有机化合物如苯、甲醛等也被证实具有遗传毒性,能够引起DNA损伤和基因突变,从而增加癌症的风险。毒理学研究不仅帮助我们理解了大气污染物如何引发炎症反应、氧化应激、DNA损伤等生物学过程,还揭示了某些污染物可能具有的内分泌干扰作用或致癌潜力。更重要的是,毒理学研究为流行病学发现提供了生物学机制上的解释和验证,增强了因果推断的可信度。

4 防治策略与建议

面对大气污染物对健康造成的严重影响,采取科学有效的防治策略与建议显得尤为重要。以下从减少污染物排放、加强空气净化与防护、提高公众健康意识以及加强科研与监测四个方面提出具体建议。

4.1 减少污染物排放

减少污染物排放是防治大气污染、保护公众健康的首要任务。政府应加强对工业排放、汽车尾气等主要污染源的监管力度,制定更为严格的排放标准,并推广清洁能源和环保技术的使用。

(1) 工业排放控制:政府应推动工业企业实施清洁生产,采用先进的污染控制技术,减少废气、废水和固体废物的排放。对于高污染、高能耗的行业,应鼓励其转型升级,逐步淘汰落后产能。同时,加强对工业企业的环保执法力度,对违法排污行为进行严厉处罚。

(2) 汽车尾气治理:推广使用电动汽车、混合动力汽车等低排放或零排放交通工具,减少传统燃油车的使用。同时,加强车辆尾气排放检测,对超标排放的车辆进行处罚和整改。此外,鼓励公众选择公共交通、骑行或步行等低碳出行方式,减少私家车使用频率。

(3) 能源结构调整:减少对化石燃料的依赖,大力发展风能、太阳能等可再生能源,降低温室气体和有害物质的排放。政府应出台相关政策支持可再生能源的发展,如提供财政补贴、税收优惠等激励措施。

4.2 加强空气净化与防护

加强空气净化与防护是减少大气污染物对人体健康

危害的有效手段。政府应加大空气净化设施的建设和投入,提高城市空气质量。同时,公众也应采取个人防护措施,减少大气污染物对呼吸道的直接暴露。

(1) 增加绿化面积:植树造林、建设城市绿地等绿化工程能够吸附空气中的污染物,改善空气质量。政府应鼓励和支持城市绿化工作,提高城市绿化覆盖率。同时,公众也应积极参与植树造林等环保活动,为改善城市环境贡献力量。

(2) 推广空气净化技术:在公共场所如学校、医院、办公楼等安装空气净化设备,减少室内空气污染。同时,鼓励家庭使用空气净化器,提高室内空气质量。政府可提供一定的财政补贴或税收优惠政策,支持空气净化技术的推广和应用。

(3) 个人防护措施:在重污染天气下,公众应减少户外活动时间,尽量避免在污染严重的环境中长时间停留。如需外出,应佩戴口罩等个人防护用品,减少大气污染物对呼吸道的直接暴露。此外,保持室内空气流通,定期开窗通风换气也是减少室内空气污染的有效措施。

4.3 提高公众健康意识

提高公众健康意识是防治大气污染对健康危害的重要一环。政府应加强对大气污染物健康影响的宣传教育,提高公众对大气污染的认识和防护意识。

(1) 开展健康教育:在学校、社区等公共场所开展大气污染防治和健康教育活动,普及大气污染的危害和防护措施。通过举办讲座、展览、发放宣传资料等形式,增强公众对大气污染及其健康影响的认知。

(2) 发布健康预警:在空气质量恶化时,及时发布健康预警信息,提醒公众采取必要的防护措施。政府可通过电视、广播、网络等媒体渠道发布预警信息,确保公众能够及时获取相关信息并采取相应措施。

(3) 倡导健康生活方式:倡导健康的生活方式,如均衡饮食、适量运动等,有助于增强身体抵抗力,减轻大气污染对健康的影响。政府可鼓励公众积极参与体育锻炼和户外活动,提高身体素质和健康水平。

4.4 加强科研与监测

加强科研与监测是深入了解大气污染物对健康影响的重要途径。政府应加大对大气污染物健康影响研究的投入,支持科研机构 and 高校开展相关研究。同时,加强大气污染物浓度的监测和预警工作,为公众提供及时、准确的大气污染信息。

(1) 支持科学研究:鼓励和支持科研机构开展大气污染物健康影响的基础研究和应用研究,探索更有效的防治策略和措施。政府可提供科研经费支持,促进科研机构 and 高校之间的合作与交流。

(2) 完善监测网络:建立完善的大气污染物监测网络,实时监测大气污染物浓度和分布情况。通过数据分析,

及时发现污染源和污染趋势，为制定防治策略提供依据。政府应加大对监测设施建设和维护的投入力度，确保监测数据的准确性和可靠性。

(3) 加强数据共享：推动大气污染物监测数据的共享和公开，提高数据的透明度和可利用性。鼓励社会各界共同参与大气污染防治工作，形成合力。政府可建立数据共享平台或发布机制，促进监测数据的共享和交流。

5 结论与展望

5.1 结论

本文全面综述了大气污染物对健康影响的研究进展，通过对大量流行病学和毒理学研究的分析，揭示了大气污染物对人体健康的广泛影响。本文首先概述了大气污染物的来源、分类及其暴露途径，明确了大气污染物对公众健康的潜在威胁。随后，本文深入探讨了大气污染物与多种疾病之间的关联，包括呼吸系统疾病、心血管系统疾病、神经系统疾病以及致癌作用等。这些研究结果表明，大气污染物不仅影响呼吸系统的正常功能，还可能通过多种机制对心血管系统、神经系统等造成损害，甚至增加患癌风险。

在防治策略与建议部分，本文提出了减少污染物排放、加强空气净化与防护、提高公众健康意识以及加强科研与监测等多方面的措施。这些措施旨在从源头上减少大气污染物的产生，通过技术手段改善空气质量，提高公众对大气污染及其健康影响的认知，以及加强科研与监测工作以支持更有效的防治策略制定。

综上所述，本文不仅深化了对大气污染物健康影响的理解，也为制定有效的防治策略提供了科学依据。通过政府、企业和公众的共同努力，我们有望减轻大气污染物对公众健康的危害，促进社会的可持续发展。

5.2 展望

未来，大气污染物对健康影响的研究将面临更多的机遇和挑战。随着科技的不断进步和环保意识的提高，我们有理由相信，这一领域的研究将更加深入和全面。

首先，流行病学和毒理学研究将进一步深入。未来的研究将更加注重探讨大气污染物的健康危害机制，通过更精细化的暴露评估、更先进的生物标志物检测以及更全面的健康效应评估等方法，揭示大气污染物对人体健康的深层次影响。同时，跨学科的合作也将成为趋势，通过整合环境科学、医学、公共卫生等多领域的知识和技术，共同推动大气污染物健康影响研究的深入发展。

其次，科研与监测工作的结合将更加紧密。未来应加强对大气污染物浓度的实时监测和预警工作，利用大数据、人工智能等现代信息技术提高监测数据的准确性和时效性。同时，将监测数据与人群健康数据相结合，开展暴露-反应

关系研究，为制定更加精准的健康防护建议提供科学依据。此外，还应加强科研机构与政府部门、企业以及公众之间的沟通与合作，共同推动大气污染防治工作的深入开展。

最后，政府、企业和公众应继续共同努力，采取更加有效的措施减少污染物排放。政府应制定更为严格的环保法规和标准，加强对工业排放、汽车尾气等主要污染源的监管力度；企业应积极采用清洁能源和环保技术，降低污染物排放量；公众则应增强环保意识，减少私家车使用、支持绿色消费等行动，共同为改善大气环境质量贡献力量。

总之，大气污染物对健康影响的研究是一个长期而复杂的过程。未来我们需要持续关注这一领域的研究进展，不断探索新的防治策略和方法，为保护公众健康和促进社会的可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1] 孙志伟. 我国近十年大气污染治理与心血管病防治进展[J]. 中国心血管病研究, 2022, 20(10): 865-870.
 - [2] 宋肖垚, 耿柠波, 张海军, 等. 大气细颗粒物(PM_{2.5})对肺/支气管上皮细胞氧化损伤的研究[C]. 浙江: 第四届生态毒理学学术研讨会论文集, 2017.
 - [3] 杨宏伟. 我国大气污染防治工作面临的问题[J]. 低碳世界, 2020, 10(6): 37-39.
 - [4] 林尤静, 颜为军, 徐文帅, 等. 海南区域背景点光化学污染特征及VOCs来源解析[J]. 中国环境科学, 2024, 44(5): 2418-2430.
 - [5] 张佩佩. 大气颗粒物对气候系统和健康的综合影响[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(7): 62-64.
 - [6] 范茶麋. 大气污染对人体健康的影响[J]. 科技风, 2009, 11(8): 103.
 - [7] 胡阳阳. 空气污染物与急性心肌梗死发病率间的相关性研究[D]. 天津: 天津医科大学, 2020.
 - [8] 李靖宇, 杨文慧, 徐燕意. 大气污染对抑郁症的影响及其潜在作用机制的研究进展[J]. 环境与职业医学, 2024, 41(4): 457-465.
 - [9] 魏复盛, 胡伟, 滕恩江, 等. 空气污染对人体健康影响研究的进展[J]. 世界科技研究与发展, 2000, 12(3): 14-18.
 - [10] 柏洋. PM_{2.5}和臭氧的长期及短期暴露对我国当前及未来的健康损害影响研究[D]. 江苏: 南京信息工程大学, 2024.
 - [11] 王涵, 劳文艳, 李松霖, 等. PM_{2.5}致心血管系统损伤及机制研究进展[J]. 生命科学, 2023, 35(7): 870-875.
- 作者简介：王杰（1985—），男，湖南涟源人，广西建设职业技术学院建筑与规划学院高级工程师，研究方向：风景园林与园林工程技术的教学创新与实践研究。