

大气污染物与公众健康关联性分析

韩景超

河南新恒源环保科技有限公司 河南 濮阳 457000

【摘要】：大气污染物已经成为全球公众健康的重要威胁，长期暴露于污染物环境中已被证实与多种健康问题密切相关。该研究聚焦于大气污染物对公众健康的影响，分析了不同类型的污染物与各类疾病之间的关联性。研究发现，PM2.5、二氧化硫和氮氧化物等污染物对心血管疾病、呼吸道疾病及癌症等具有显著的负面影响。通过分析污染物浓度与健康数据的关系，本研究揭示了降低空气污染对改善公众健康的潜力，并提出了相应的政策建议。旨在为城市环境治理和公共卫生政策提供科学依据，促进更健康的生活环境建设。

【关键词】：大气污染物；公众健康；PM2.5；呼吸道疾病；心血管疾病

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.064

1 大气污染物的分类及来源

1.1 主要污染物及其特性

大气污染物主要包括颗粒物、气体污染物和挥发性有机化合物。颗粒物（如PM2.5和PM10）是最常见的污染物，具有较强的吸附性，能够携带其他有害物质进入呼吸道。PM2.5因其小于2.5微米的粒径，能够穿透肺部进入血液，导致心血管疾病、呼吸道疾病等健康问题。气体污染物中，二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）和一氧化碳（CO）是主要的有害气体，尤其是NO_x，能引发酸雨并加剧气候变化，二氧化硫与颗粒物结合后形成细颗粒物，对人体的危害尤为突出。此外，挥发性有机化合物（VOCs）是形成臭氧和PM2.5的前体物，具有较强的致癌性，对公众健康构成长期威胁。

1.2 大气污染源解析

大气污染源可以分为自然源和人为源。自然源主要包括火山喷发、沙尘暴和森林火灾等，但其对污染的贡献相对较小。人为源则是主要的污染来源，工业排放、交通尾气、建筑施工、农业活动等都向大气中释放大量的污染物。工业排放尤其是燃煤电厂、钢铁厂、化工厂等，这些行业产生的二氧化硫、氮氧化物及颗粒物对环境及公众健康造成了巨大压力^[1]。交通运输也是重要污染源，汽车尾气排放中的氮氧化物、颗粒物等污染物大量进入大气，加剧了空气质量的恶化。农业活动中的农业燃料使用和化肥农药的挥发也是重要的污染源。

1.3 污染物的时空变化特征

大气污染物的浓度具有明显的时空变化特征，通常受气候条件、地理环境、污染源分布等因素影响。某些污染物如PM2.5的浓度在冬季较高，主要由于采暖季节取暖所导致的燃烧排放增加。冬季气温较低，

空气较为稳定，不易扩散污染物，导致污染物浓度长期处于较高水平。在地理空间上，城市地区的污染物浓度通常高于农村区域，交通密集的城市中心区域尤为严重。污染物的时空分布还受到风速、湿度、降水等气象条件的影响。强风有助于稀释污染物，减少浓度；降水则能够有效清除空气中的颗粒物和气体污染物。不同时间和空间尺度上的污染物变化特征决定了空气质量治理的难度和策略。

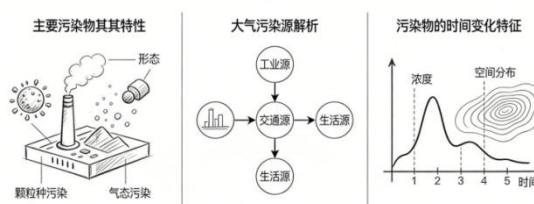


图1 大气污染核心要素解析图

2 大气污染物对公众健康的影响机制

2.1 污染物对呼吸系统的影响

大气污染物对呼吸系统的危害主要表现为对肺部的直接损伤。PM2.5、PM10等细颗粒物能够深入肺泡，刺激气道上皮细胞，引发肺部炎症反应和免疫系统异常。长期暴露于污染物环境中，易导致慢性支气管炎、哮喘等呼吸道疾病的发生。细颗粒物中的有毒物质，如重金属和多环芳香烃，可加剧肺部的氧化应激反应，促进肺部纤维化。气体污染物如二氧化硫和氮氧化物可引发气道的过敏反应和痉挛，增加呼吸困难，严重时可能导致肺功能衰竭。尤其对于儿童、老人和呼吸系统较弱的群体，污染物的影响尤为显著，暴露时间越长，患病风险越大。长期的空气污染暴露也会增加肺癌的发生率，尤其是PM2.5的细小粒子对肺部深层

次的影响更为危险。

2.2 污染物对心血管系统的影响

心血管系统同样受到大气污染物的显著影响。细颗粒物和气体污染物能够通过呼吸道进入血液循环，激活全身炎症反应，促进动脉粥样硬化的形成。PM_{2.5}、二氧化硫和氮氧化物等污染物可通过增强氧化应激反应，损伤血管内皮细胞，导致血管收缩、血流不畅，增加高血压、冠心病的发生率^[2]。长期的空气污染暴露不仅增加心血管疾病的患病风险，还加速了相关疾病的进展，导致心脏病发作和中风的发生。研究表明，空气污染能够改变血液的凝固性，增加血栓形成的风险，从而提高心血管事件的发生率。空气污染暴露的强度与心血管患者的死亡率呈正相关，表明持续的污染暴露是全球范围内心血管病死亡的重要诱因之一。

2.3 其他健康影响（如癌症、神经系统等）

大气污染物的健康影响不仅限于呼吸和心血管系统，还涉及其他多个器官和系统。PM_{2.5}中含有多种已知致癌物质，长期接触会增加肺癌、喉癌、鼻咽癌等上呼吸道癌症的发生风险。研究表明，空气污染是全球范围内癌症死亡的一个主要因素。除此之外，污染物对神经系统的影响也逐渐得到关注。细颗粒物和气体污染物能够穿越血脑屏障，影响神经元的功能，长期暴露可能导致认知功能障碍、老年痴呆症和帕金森病等神经系统疾病。儿童和孕妇尤为脆弱，空气污染与儿童的智力发育迟缓、行为问题密切相关。污染物还可能通过影响免疫系统，导致免疫抑制和慢性炎症状态，增加感染性疾病的风险，甚至影响生殖系统的健康，造成胎儿发育异常或不孕不育问题。这些多方面的健康影响表明，空气污染对人类健康的危害是深远的，涉及到生命的各个阶段。

3 流行病学分析与数据支持

3.1 流行病学研究方法概述

流行病学研究方法是分析大气污染物与健康关系的核心工具。常见的流行病学研究方法包括横断面研究、队列研究和病例对照研究。横断面研究通过一次性收集某一时点的数据，揭示污染物暴露与健康状况之间的相关性。队列研究则通过长期追踪特定人群，观察污染物暴露与健康结果之间的因果关系，能够更好地反映污染物对健康的长期影响。病例对照研究则对比患病个体与健康个体的污染物暴露差异，能够识别污染物对特定疾病的关联性。目前主流流行病学研究多采用时间序列分析、面板数据回归及Cox风险比

例模型，样本量多覆盖数万至数百万人群，可实现污染物浓度每升高10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 对应的健康风险定量估算。流行病学研究往往依赖环境监测数据和健康调查数据的结合，采用统计学模型分析污染物浓度与疾病发生率之间的关系。生物标志物的应用也为研究提供了更为精准的健康影响评估方法，能够揭示污染物对个体健康的潜在影响，尤其是在暴露量较低的情况下。

3.2 污染物浓度与健康数据的关系分析

通过分析污染物的浓度数据与人口健康状况的相关性，研究人员能够揭示空气污染对健康的具体影响。通过大气监测站和传感器等技术手段，科学家能够实时收集各地的污染物浓度数据，尤其是细颗粒物（PM_{2.5}）、氮氧化物、二氧化硫等污染物的变化趋势。这些数据与健康数据的结合，主要通过统计分析模型揭示污染物浓度与不同疾病的发病率之间的联系^[3]。国内多城市监测数据显示，PM_{2.5}日均浓度每上升10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，呼吸系统疾病门诊量增加3%~5%，住院率提升2.5%左右。研究表明，PM_{2.5}浓度与心血管疾病、呼吸道疾病及某些癌症的发病率呈显著正相关。流行病学分析还通过细化污染物浓度的时空变化，揭示污染暴露的短期效应和长期效应。污染物浓度不仅影响急性疾病的发生，也可能导致慢性病的累积效应。长期暴露于年均PM_{2.5}浓度>35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 环境中的人群，慢性阻塞性肺疾病（COPD）患病风险比低浓度地区人群高出近30%。各地的健康数据往往通过医院病历、死亡率统计和公共卫生调查来获取，结合污染物浓度数据，能够揭示环境污染与特定疾病之间的潜在关联，为制定政策提供科学依据。

3.3 主要研究成果与全球趋势

全球范围内，关于大气污染物对公众健康影响的流行病学研究已取得了显著的成果。研究表明，长期暴露于污染环境中，不仅增加了心血管疾病、呼吸道疾病、糖尿病等多种慢性疾病的发生风险，还加剧了癌症的发病率，尤其是肺癌的发生。全球疾病负担数据显示，2023年大气PM_{2.5}污染导致约414万人死亡，其中呼吸系统疾病死亡占38%，心血管疾病死亡占52%。污染物对不同人群的影响差异较大，老年人、儿童以及孕妇等脆弱群体的健康受损程度更为严重。儿童长期暴露于高浓度NO₂和PM_{2.5}环境中，哮喘发病风险可增加25%~40%。近年的研究发现，污染物对神经系统的危害逐渐引起重视，空气污染与认知功能衰退、老年痴呆等疾病之间的关系愈发紧密。全球研究趋势表明，随着城市化进程的加速，污染物浓度逐年上升，对城市居民健康的影响日益严重，尤其是在

发展中国家，空气污染带来的健康负担更为沉重。在中低收入国家，约90%以上人口暴露于WHO空气质量标准（年均PM_{2.5}<10μg/m³）以上的环境中，健康损失是高收入国家的2~3倍。不同地区的流行病学数据差异也反映出污染源和健康影响的区域特征。亚洲地区的空气污染水平较高，且与心脏病、呼吸系统疾病的发病率有着明显的关联。在欧美等地区，尽管污染水平较低，但流行病学研究表明，低浓度的污染也对健康产生了负面影响，提示政策干预的必要性。随着科技的发展，全球研究更加关注环境污染的微观机制与健康的长远影响，特别是在污染物暴露较低的情况下，如何通过健康数据分析寻找潜在的健康威胁，成为未来研究的重要方向。

4 政策建议与健康干预措施

4.1 减少大气污染的有效途径

减少大气污染的关键在于采取一系列综合性措施，涵盖政策、技术和社会行为的转变。在源头控制方面，首先应推动清洁能源的广泛应用，如风能、太阳能等可再生能源，减少化石燃料的使用，尤其是在电力和交通领域。其次提高能源使用效率，促进低排放的技术革新，特别是在工业生产过程中，推动环保设备和清洁生产技术的应用。对于交通污染，采用电动汽车和公共交通的替代方式，减少尾气排放，是减轻城市空气污染的重要策略。另一项关键举措是加强大气污染物的监测与数据分析，实时跟踪污染源的变化，制定精准的污染控制措施。通过立法和政策引导，实施严格的排放标准和质量监管，确保各行业达到环境保护的要求。控制农业活动中的挥发性有机化合物和化肥农药使用，也是减少污染源的重要环节。

4.2 政策与公共健康干预的结合

在减少大气污染的同时，政策和公共健康干预的结合至关重要。应制定涵盖空气质量标准和公众健康的综合性政策，明确政府部门的职责与分工，强化环保与健康领域的协同合作。加强城市规划和环境管理，

确保绿地和公共空间的建设和，以缓解高污染区域的健康风险^[4]。政策中需要明确规定对污染源的监管标准，严格惩罚超标排放的企业，推进清洁能源政策，优先支持低污染、低碳排放的产业。公共健康干预应侧重于高风险人群的保护，定期开展空气污染对健康影响的科普活动，增强公众的环保意识和健康保护意识。提高空气质量监测和预警能力，尤其是在污染高发期，及时发布健康建议和防护措施，为公众提供信息支持。优化医疗资源配置，确保因大气污染引起的疾病患者能够得到及时的治疗和预防。

4.3 未来展望与行动方案

通过加强国际合作和信息共享，各国可以借鉴先进经验，共同应对空气污染带来的健康挑战。全球气候协议的推动与落实，尤其是减少碳排放和污染控制措施的实施，将为全球大气质量的改善提供有力支持。未来的行动方案需要在污染治理和健康保护之间找到更加平衡的解决方案。重点应放在建立长期的环境治理机制和健康促进系统上，推动跨领域合作，加强健康与环境数据的整合与应用，以实现环境保护与公共健康双重目标。通过更加严格的政策监管和技术创新，逐步实现绿色低碳经济的发展，为减轻大气污染对健康的负面影响提供持久解决方案。面对城市化进程中的新挑战，逐步推动污染物排放的全面管控，建立适应性强、可持续的空气质量改善模式，确保每一项政策与干预措施的落地和有效性。

5 结语

大气污染物对公众健康的严重影响，尤其是其对呼吸系统、心血管系统以及神经系统等方面的长期危害。随着污染问题日益严峻，应加强污染源管控和健康干预的有效结合。政策和技术的创新以及公众健康意识的提升是未来应对空气污染的关键。科学的流行病学数据支持为政策制定提供了理论依据，未来的治理措施需紧密结合健康保护与环境管理，推动全球健康和可持续发展的共同目标。

参考文献:

- [1] 王文玲,王炳玲.海雾对大气污染物及健康影响研究进展[J].环境卫生学杂志,2025,15(8):749-755.
- [2] 谢军,贾琰.贵阳市大气污染物NO₂和SO₂健康风险评估[J].环保科技,2025,31(2):39-44+64.
- [3] 姜哲,林金泰,何泰龙,江飞,金建炳,秦凯,沈路路,杨盼盼,臧增亮,张霖,张羽中,郑博,钟慧茹,朱雷.基于卫星遥感的大气污染物和温室气体排放反演[J].气象学报,2025,83(5):1339-1362.
- [4] 唐卫贞,代杰,薛子涵,陈晟.不同海拔机场大气污染物及噪声排放清单的评估[J].安全与环境学报,2025,25(10):4043-4052.