

中国城市交通相关大气污染及其健康影响

邓芙蓉

机动车尾气造成的大气污染所产生的健康影响，正受到世界范围内的关注。近年来，中国机动车数量的增长十分惊人，截止到 2012 年底，中国机动车保有量已达到 22382.8 万辆。随着城市机动车数量的急剧增加和交通拥挤加剧，机动车尾气也已成为中国大中城市空气污染的主要来源之一。从近几年的环境状况公报及文献报道数据可以看出，中国许多城市机动车尾气对大气污染的分担率已达到或接近发达国家的水平。人们在享受机动车带来的便利和效益的同时，也在承受机动车尾气对环境的污染和对人体健康的危害。

近十几年来，在国家科技支撑计划、国家自然科学基金等的资助下，中国学者采用不同的研究设计，在机动车尾气的人群健康影响方面做了大量的工作，取得了一些进展。有学者于 2009 年~2011 年期间比较了北京市郊区和城区一定时期内大气 $PM_{2.5}$ 的污染水平和特征，并运用国际上权威的颗粒物源解析方法（正交矩阵分解/UNMIX），解析出研究期间北京市大气 $PM_{2.5}$ 的 7 种主要污染源，包括直接交通排放（12.0%）、燃煤排放（22.0%）、二次硝酸盐/硫酸盐（30.2%，间接来源于交通和燃煤排放）、扬尘/土壤（12.4%）、冶金排放（0.4%）、其他工业排放（6.9%）和二次有机颗粒物（9.9%，间接来源于化石燃料燃烧）。研究结果同时显示，北京市郊区与城区的大气 $PM_{2.5}$ 污染源存在显著差异，其中郊区大气 $PM_{2.5}$ 来源于二次硝酸盐/硫酸盐和冶金排放的比例较高，而城区大气 $PM_{2.5}$ 来源于直接交通排放和燃煤排放的比例较高。其他学者利用 CMB 法对北京市城区和郊区 $PM_{2.5}$ 来源进行了解析，结果表明北京市城区机动车尾气排放对大气 $PM_{2.5}$ 的贡献最大，其次是煤炭燃烧，特别是冬季燃煤的贡献显著高于秋季，表明人为污染对 $PM_{2.5}$ 的影响非常大，同时土壤粒子也有一定的

贡献，而工业排放对 $PM_{2.5}$ 的贡献不大。部分研究作者指出，北京市 $PM_{2.5}$ 来源表现出明显的季节特性，在不同季节这些污染来源的相对贡献也有很大不同，如土壤尘在春季较多，而在夏季较少。

目前还缺乏多个城市的细颗粒物源解析结果。由于中国地域广阔，各地区和城市的污染情况各异，如机动车数量和类型、道路情况、交通管理和限制措施等方面存在差异，不同学者之间所采集样品的方法和数量，源解析的方法等也有所不同，因此，单个城市或某一项研究的源解析结果也不能简单应用于其他城市，这给政府制定相关政策，全面控制机动车尾气来源的 $PM_{2.5}$ 带来了很大困难。

还有学者采用个体暴露测量、呼吸速率和暴露时间相结合的方法，以北京市为研究地点，比较了公交车、出租车及自行车不同出行方式下人群对大气 $PM_{2.5}$ 和一氧化碳 (CO) 的暴露量。结果显示，乘坐出租车的 $PM_{2.5}$ 暴露浓度最低，但 CO 暴露浓度最高；骑自行车出行时的 CO 暴露浓度最低；但是由于自行车出行属于中等强度体力活动，骑车者的呼吸速率高于公交车和出租车，并且行驶相同距离时骑车者的暴露时间更长，因此，在综合考虑呼吸速率和暴露时间后，与乘坐公交车和出租车相比，采用自行车出行的方式对 $PM_{2.5}$ 和 CO 的总暴露量最高。上述研究表明，选择健康、低碳的出行方式有赖于大气质量的改善，特别是降低交通相关污染物浓度。政府有关部门应采取有效措施，控制机动车尾气排放、缓解交通拥堵。公众在通勤和通学时应采取有效的个体防护措施，如骑车过程中戴口罩，以降低个体对交通污染物的暴露。

大量研究提示近年来交通所致大气污染已成为威胁城市地区人群呼吸、心脑血管等系统健康的重要危险因素。中国学者采用 panel study (定组随访) 的研究设计，利用奥运会期间北京市空气质量明显改善的契机，观察了大气细颗粒物对一组高暴露人群 HRV 的影响。结果发现，大气细颗粒物暴露可导致研究对象的 HRV 明显降低，而空气质量改善可显著减缓这种影响。该研究首次提供了大气细颗粒物，特别是交通来源的空气污染控制可改善人群心血管系统功能的直接证据。此外，通过追踪随访一组健康年轻人从北京市郊区向城区迁移前后一定时期内大气 $PM_{2.5}$ 的暴露，并重复测定该组人群血液生物标志、血压和肺功能等呼吸和心血管生物指标，初步阐明了在较高污染水平下大气

PM_{2.5}及其30余种化学成分对人体呼吸和心血管健康的短期影响。在上述研究结果基础上,进一步解析出研究期间北京市大气PM_{2.5}的7种主要污染来源,包括直接交通排放(12.0%)、燃煤排放(22.0%)、二次硝酸盐/硫酸盐(30.2%,间接来源于交通和燃煤排放)、扬尘/土壤(12.4%)、冶金排放(0.4%)、其他工业排放(6.9%)和二次有机颗粒物(9.9%,间接来源于化石燃料燃烧)。研究结果同时显示,北京市郊区与城区的大气PM_{2.5}污染来源存在显著差异,其中郊区大气PM_{2.5}来源于二次硝酸盐/硫酸盐和冶金排放的比例较高,而城区大气PM_{2.5}来源于直接交通排放和燃煤排放的比例较高。来源于二次硝酸盐/硫酸盐和扬尘/土壤的PM_{2.5}与炎症生物标志水平升高的关联最强;来源于燃煤排放的PM_{2.5}与血压升高的关联最强;来源于扬尘/土壤和其他工业排放的PM_{2.5}与肺功能降低的关联最强。

上述研究结果不仅进一步阐明了大气PM_{2.5}与不良健康效应的关系,也揭示了中国在城市化进程中应关注的环境健康风险,为政府相关部门采取针对性的有效措施降低大气PM_{2.5}的健康危害提供了重要的科学依据。