中国城市大气污染和健康影响研究的回顾和展望

阚海东[1]，黄薇[2]，陈秉衡[1]

1. 复旦大学公共卫生学院 2. 北京大学前沿交叉学科研究院环境与健康研究中心

大气污染作为中国的主要环境污染因素之一，其与健康的关系一直是公共卫生和环境科学研究的热点之一。近十多年来，大气污染与健康关系的研究在中国取得了长足的进步，对促进环境保护和居民健康起了积极作用。本文拟对此进行回顾和展望。

一. 中国的大气污染现状

1. 影响中国大气污染状况的主要因素

不合理的能源结构是影响大气污染的重要因素之一。作为世界上经济发展最快的国家之一，中国能源消耗量近十年来稳步增长。煤炭，不仅是过去、现在，而且在不远的将来，都将是中国主要的能源形式，这就决定了煤炭的消耗在中国的大气污染中起着决定性作用。另一个影响中国大气污染程度的重要因素，是机动车保有量和城市人口随着经济的快速发展而迅速增加，这种趋势在大中城市表现得尤为明显。但与此同时，大规模的城市拆迁改建和产业结构、工业布局的调整也有效的改善了中国部分城市空气质量。

2. 中国大气污染的特点和水平

首先，从污染类型来看，由于煤是中国主要的能源形式，煤燃烧后产生的颗粒物（监测指标为可吸入颗粒物PM_{10}）和二氧化硫（SO_2）仍然是中国主要的大气污染物，所以全国范围的大气污染仍以煤烟型为主。但自90年代以来，中国许多大中城市机动车快速增长，使得大气污染类型已由单纯的煤烟型污染向煤烟污染和机动车尾气混合型方向发展，氮氧化物和臭氧在其中起了越来越大的作用。目前中国常规监测的大气污染物指标为PM_{10}、SO_2和NO_2。从地理分布来说，中国北方大气中PM_{10}和SO_2浓度高于南方，大中城市大气污染又较小城市为重，农村地区最轻，但大气污染有从城市向农村扩散的趋势。

中国城市大气污染水平目前远高于欧美发达国家现有水平和世界卫生组织（WHO）制定的《全球空气质量指南》。以PM_{10}为例，WHO推荐的空气质量标准为：年均值20 $\mu g/m^3$，日均值50 $\mu g/m^3$。2003年，我国341个有监测数据的城市中，53%城市的PM_{10}年平均水平在100 $\mu g/m^3$以上，21%在150 $\mu g/m^3$之上；全国只有1%的城市人口PM_{10}年平均暴露水平低于40 $\mu g/m^3$。

二. 中国大气污染对健康影响研究的回顾

中国大气污染健康研究报道的终点主要包括死亡（总死亡率、呼吸系统和心脑血管疾病死亡率）、呼吸系统疾病患病率以及医院门、急诊病人数目的变化；同时，大气污染对一些临床症状（如咳嗽、气急等）、亚临床指标（肺功能、免疫功能等）和生殖结局（新生儿低出生体重、早产）的影响亦有报道[1]。

90年代以前，中国对大气污染的流行病学研究多通过比较不同污染浓度地区人群的健康状况来获得其对人群健康影响的资料（cross-sectional study）。由于这种生态学研究方法的局限性，其对混杂因素如吸烟、职业接触史等较难控制，因此对这些资料的评价需慎重。90年代以来，随着统计方法的进展，国际上广泛采用的时间序列（time-series）方法被中国卫生工作者用在对北京、上海、重庆、太原、沈阳、武汉等大气污染的流行病学调查中[1]，并取得了可喜的结果，使中国大气污染对人群急性健康影响有了一个初步的定量估计。与国外类似的研究结果相比较，可以发现中国大气污染对人群死亡率的急性影响较国外为小[2]，这其中的机理需要通过大量开展中国人群暴露评价和环境流行病学研究来进一步探讨。时间序列方法只能分析分析大气污染对人群健康的急性作用，其研究对象是基于人群而不是个体的特点决定了其本质上仍是一种生态学的研究方法。队列研究是公认的评价大气污染长期暴露对人群健康影响较为理想的方法，但由于其周期长——人力物力投入巨大，迄今为止得到公认的高质量大气污染队列研究均在欧美发达国家进行[3]，我国尚未见报道。

阚海东 博士

黄 薇 博士

陈秉衡 教授

与发达国家相比，中国大气污染特征和城市居民生活方式均有很大不同。比如，中国多数城市的空气污染类型以煤烟和机动车尾气混合型为主，发达国家以机动车尾气型为主，这就决定了中国大气颗粒物的成分和相应毒性与发达国家有很大不同。机动车尾气来源的颗粒物其健康危害远远高于其它来源的颗粒物；同时，中国大气颗粒物相当大一部分来源于自然扬尘，一般认为这种自然来源的颗粒物对健康危害较小。

三. 小结与展望

回顾过去10年，中国的卫生工作者采用与国际接轨的研究方法，在不同的健康效应终点上，研究了大气主要污染物与人群健康的关系，确证了大气污染对中国居民健康的危害，并给出了一定的定量结果。但是，中国有限的研究资料仅限于少数大中城市，缺少全国范围内大气污染造成的健康损失的定量资料；流行病学研究类型大多为时间序列分析和地区间比较的生态学研究，缺少精心设计的大规模人群队列研究，这对分析中国大气污染的长期健康效应并制定相应的环境、卫生政策不利；研究大气颗粒物污染对人群健康的影响时较多考虑颗粒物的质量浓度，对颗粒物组分及其表面吸附的化学、物理、生物污染物的健康效应考虑不足；缺乏全面的人群和个体暴露评价研究，从而无法评价流行病研究中暴露剂量的不确定性。基于以上回顾和综述，我们建议有必要在以下几个方面加强研究：结合地理信息系统等新型工具，在典型地区开展大气污染模型研究，明确中国全国范围内主要大气污染物人群暴露浓度；选取典型地区进行大规模队列研究，估算中国大气污染物与健康危害的暴露－反应关系；进行健康风险评估，提出适合国情、可行的大气质量修订建议，争取一方面最大尽可能保护中国人群健康，另一方面在研究与政策管理上逐步与国际接轨。

作者简介

阚海东，博士，副教授，从事大气污染健康影响研究。
黄薇，博士，副研究员，从事大气污染健康效应和暴露评价研究与管理。
陈秉衡，教授，博士生导师，从事环境卫生学教学、研究50余年。
通信地址：上海市东安路130号249信箱（200032），kanh@fudan.edu.cn。

参考文献：

1. Chen B, Hong C, Kan H. Exposures and health outcomes from outdoor air pollutants in China. Toxicology 2004; 198: 291-300.
2. Kan H, Chen B, Chen C, et al. Establishment of exposure-response functions of air particulate matter and adverse health outcomes in China and worldwide. Biomed Environ Sci. 2005; 18: 159-63.
3. Pope CA 3rd, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. J Air Waste Manag Assoc. 2006; 56: 709-42.