

2007 年我国城市大气污染时空分布特征

向敏^{1,2}, 韩永翔², 邓祖琴²

(1. 兰州交通大学环境与市政工程学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 根据 2007 年原国家环境保护总局空气质量日报 86 个城市的空气污染指数资料, 分析我国城市大气污染的时空分布特征。结果表明, 我国城市大气污染时空分布特征明显, 大气污染冬季最严重, 其次为春秋季节, 夏季最好; 污染总体上北方重于南方。城市大气污染由人类活动及当地特殊的地理位置综合影响形成, 沙尘天气加重了北方大气污染。

关键词: 空气污染指数; 沙尘天气; 时空分布; 86 个城市; 中国

中图分类号: X 823 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2009)03-0033-04

Spatial-Temporal Distribution Characteristic of Chinese Cities Air Pollution in 2007

XIANG Min^{1,2}, HAN Yong-xiang², DENG Zu-qin²

(1. School of Environmental and Municipal Engineering in Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou,

Gansu 730070 China; 2. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730020 China)

Abstract The temporal-spatial characteristics of air pollution in Chinese cities was analyzed according to 86 cities daily air pollution index information from air daily quality papers issued by the State Environmental Protection Administration in 2007. The results showed that the temporal-spatial characteristics of air pollution in Chinese cities were obvious. The most serious air pollution in winter, followed by in spring and in autumn, the best in summer. Air pollution in the north cities was more serious than in the south cities. The reason of urban air pollution caused by human activities and effects of special geographical location as well as dust weather in the north cities.

Key words Air Pollution Index, Dust weather, Space-time distribution, 86 cities, China

城市大气污染是世界各国面临的最大挑战之一^[1], 其对环境、气候和人体健康产生重要影响而越来越受到各国政府的高度重视^[2]。我国随着国民经济的快速发展, 城市化及城市群的扩大导致城市空气质量的区域性特征日益明显, 并受到广泛关注。张志刚等^[3]对中国华北区域城市间污染物输送研究表明, 大气污染是一个区域性环境问题。王斌等^[4]对沿海 23 个城市空气污染指数 (API) 分布特征分析表明其受降水与风速影响大, 且呈季节变化。安俊岭等^[5]分析了我国北方 15 个大型城市总悬浮颗粒物的季节变化, 表明北方春冬季节高, 各个城市变化不同。

目前针对城市大气污染的分析一般集中在一个或几个城市^[6-7], 并且多着重于某特定的时间和特定的污染事件, 很少给出全国城市大气污染时空分布特征全年情况。现根据 2007 年原国家环境保护总局空气质量日报中 86 个城市的空气污染指数, 对我国城市大气污染时空分布特征, 以及区域特征成因进行分析。

收稿日期: 2008-08-10 修订日期: 2009-03-20

基金项目: 中国气象局新技术推广基金资助项目 (CMATG 2008 M 27)

作者简介: 向敏 (1982-), 女, 湖南古丈人, 土家族, 硕士研究生, 主要从事大气污染研究。

1 研究方法

根据 2007 年原国家环境保护总局空气质量日报中我国 86 个城市的空气污染指数 (API), 重点分析中部和东部地区城市大气污染。我国 86 个城市分布见图 1。

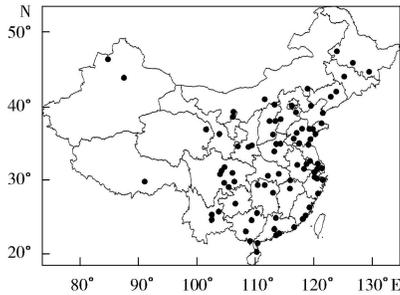


图 1 我国 86 个城市分布

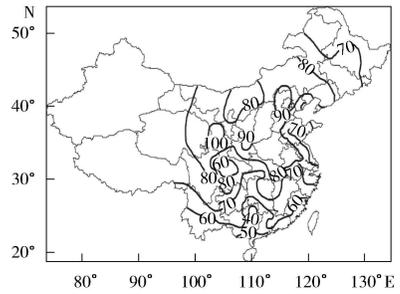


图 2 2007 年我国城市 API 日均值分布

2 我国城市大气污染时空分布特征

2.1 空间分布特征

根据 2007 年全国 86 个城市每天公布的 API 值, 做出全国范围 API 年日均值分布图, 见图 2。

由图 2 可见, 大气污染在空间上具有明显的区域特征。总体呈现出北方污染高于南方的趋势。北方地区除东三省外, 其余地区日均值大部分在

80 以上, 其中有 3 个大值中心。

(1) 以北京、天津城市群为中心, API 达 90

(2) 以西安、渭南为中心, API 达 90;

(3) 以兰州为中心, API 达 100, 是全国年平均 API 值最高的城市。

还有以重庆为中心以及以呼和浩特为中心的内蒙古中部 API 80 区域; 而位于四川盆地的南充、绵阳、德阳等城市 API 60 区域处在 API 70—API 80 之间, 以桂林为中心的 API 40 区域处在 API 50—API 60 之间。2007 年各季节我国城市 API 日均值分布见图 3 其中 a 春季; b 夏季; c 秋季; d 冬季。

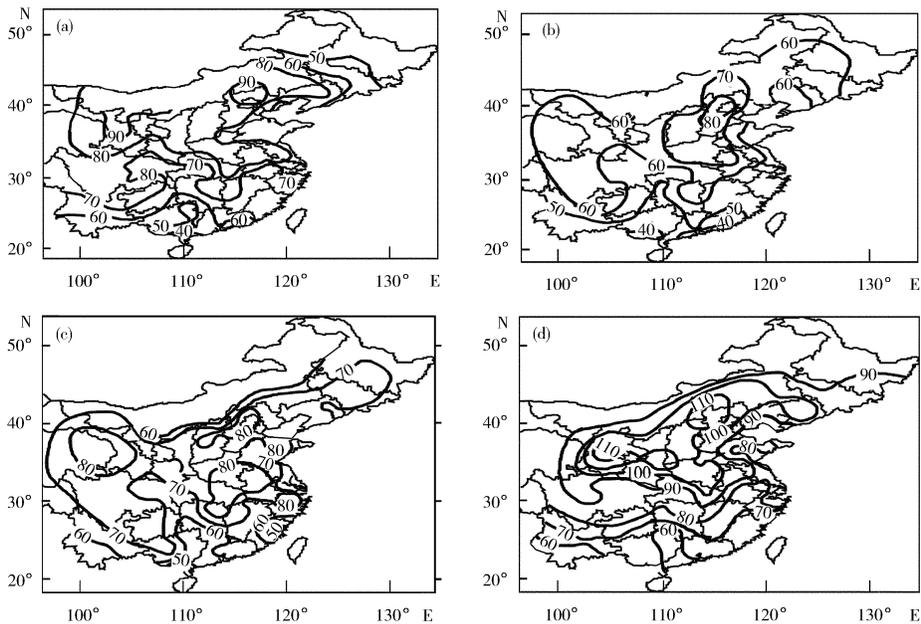


图 3 2007 年各季节我国城市 API 日均值分布

由图 3 可见:

(1)春季, 全国大部分城市 API 值处于 60 以上。北方出现以北京、天津为中心及以兰州、石嘴山为中心 API 90 高值区域, 但是东三省大部分地区在 60 以下。西南地区出现以重庆为中心 API 80 污染区域。南方空气质量优级 ($API \leq 50$) 城市较少。

(2)夏季是我国空气质量最好的季节, 大部分城市 API 为 50~70, 北方地区 API 下降幅度较大, 以北京、石家庄城市群为中心 API 80 区域为夏季最高值区域, 并且范围不大, 其中最大值 API 97 出现在北京。其次为山西太原、阳泉, 陕西西安、渭南, 河南郑州、开封, 山东济宁等 API 70 区域。南方空气质量优级城市增多。

(3)秋季北方内蒙地区 API 处于 60 以下, 但是全国出现 6 个 API 80 区域。西北以兰州、西宁为中心以及以西安为中心污染区域; 华北以北京、石家庄为中心污染区域, 其中北京 API 值达到 91; 华中华东地区以长沙、武汉、平顶山、合肥城市为中心污染区域, 其中合肥 API 值达到 93; 还有两处出现在东部沿海地区, 分别是以潍坊及绍兴、杭州为中心的污染区域。南方空气质量优级城市更少。

(4)冬季, 由图 3(d) 可以看出全国污染指数迅速增加, 大部分 API 值在 70 以上, 北方增加明显强于南方, 导致北方污染指数值远远大于南方。特别是以兰州为中心的西北东部、以呼和浩特为中心的华北地区出现 API 110 污染区域。其中兰州 API 高达 145, 而南方没有空气质量优级城市。

2.2 时间分布特征

我国城市大气污染时间分布特征明显。从季节变化来看, 冬季污染最严重, 其次是春季和秋季, 夏季空气最好。在一年四季中, 空气污染指数按冬 > 春 > 秋 > 夏的顺序排列。

选取污染区域代表城市北京、兰州、桂林、广东为例, 作出 4 城市 API 月均值变化图 (图 4), 明显看出北方城市 API 变化幅度远大于南方城市, 并且污染趋势及程度跟季节污染变化一致。春季 (3 月—5 月) 4 城市 API 值均呈上升趋势, 南方较北方变化缓慢。夏季 (6 月—8 月) 空气质量好, API 均下降, 北方下降幅度很大, 秋季略有上升。冬季 (12 月至次年 2 月) 污染最严重, 北方 API 大幅度上升, 远大于南方。

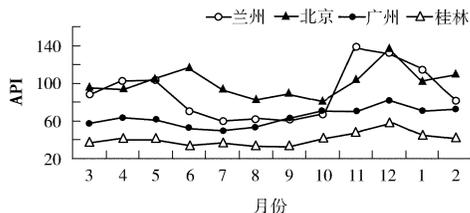


图 4 2007 年典型城市 API 月均值分布

3 我国城市大气污染时空特征成因分析

3.1 人类活动产生的气溶胶

研究的 API 值来源于各个城市, 其日均值分布显示大部分在 60 以上, 这跟人类活动产生的气溶胶密不可分。近年来的《中国环境状况公报》显示, 颗粒物是影响城市空气质量的主要污染物。并且城市规模越大, 总悬浮颗粒物超标的城市比例越高^[8]。

城市污染时间分布表明北京夏季、兰州冬季污染突出, 分析 API 资料得出北京夏季首要污染物为可吸入颗粒物, 占 95%, 兰州冬季首要污染物为可吸入颗粒物, 占 92%。经分析发现, 城市气溶胶的来源主要有 3 大类。

3.1.1 工业污染

城市中几乎所有的工业生产都会排放大气的有害物质, 而电力、冶金、化工、水泥等行业在生产过程中向大气排放工艺废气和燃料燃烧烟气, 造成的大气污染特别严重。

3.1.2 生活污染

人们由于生活上的需要, 燃烧各类燃料而排放的烟尘等各类污染物。如北方冬季取暖, 导致北方空气污染指数明显高于南方。

3.1.3 交通污染

机动车辆等交通运输工具, 排放的尾气含有多种大气污染物。邓祖琴^[9]对兰州市冬季大气颗粒物中有机污染物的分布特征及来源分析研究表明, 机动车尾气排放是兰州市冬季大气颗粒物主要来源之一。

3.2 特殊地理位置及气象影响

人类活动产生了大量气溶胶, 而特殊的地理位置及气象条件加强了区域污染。比如典型的高原、平原、盆地地形以及大风、季风雨等气象条件对区域污染影响很大。处在内蒙古及黄土高原上的内蒙古、甘肃、宁夏、山西、河北等部分区域污染严重, 跟其地形、植被等影响很大。北京夏季污染指数全

国最高。

同样跟其地理位置城市效应^[10]有关,北京由太行山与军都山及燕山山脉环抱,形似“海湾”,污染物不易扩散。而四川盆地等盆地地形加强污染,主要由于盆地存在大气汇聚带和静风汇,并且其地形不易使大气污染物输出盆地。如兰州四周被高山环抱,属于典型的盆地地形。其特殊的地形易形成逆温层,使污染物的垂直扩散受到抑制^[11],容易积聚而不易扩散^[12],加强了兰州冬季大气污染,使 API 高达 145。

北方三省春夏季节 API 不高,跟其气象条件有关。大风使平原地区污染物快速扩散稀释。夏季,季风雨由东南向西北而来,大风扩散、雨水冲刷污染物,使得全年夏季空气质量最好。以桂林为中心的区域空气质量优级,同样跟其优越的气候条件分不开,桂林地处低纬度,属亚热带季风气候,气候温和,雨量充沛。

3.3 沙尘天气影响

在我国境内,河西走廊、内蒙古中西部、宁夏、陕北等属于干燥和半干燥区,沙尘暴发生频率比较高,并且主要集中在春季。鲁然英等^[13]针对沙尘天气对我国城市环境空气质量的影响研究表明,沙尘天气发生时,空气污染指数比较大,沙尘天气过程结束后,空气质量相对较好,空气污染指数迅速变低,沙尘天气成为影响位于沙尘天气多发区及附近城市空气质量的主要因素,这跟图 3(a)春季的 API 空间分布一致,西北地区 API 值高。

由图 4 也能看出,兰州、北京 3 月—5 月 API 值上升趋势较快。沙尘天气的发生虽然是一种局地现象,但作为一种流动的大污染源,其影响具有一种大尺度效应,是造成我国北方春季发生重污染事件(API > 300)的主要原因之一,也是北方城市空气质量大大下降的主要原因。特别是强沙尘暴过程,能够扬起大量的沙尘粒子并通过长距离的传输^[14-15],使我国南方部分地区的 API 也受到一定程度的升高。

4 结论

(1) 我国城市大气污染时空分布特征明显,城市大气污染冬季最严重,其次为春秋季节,夏季最好,总体上北方城市重于南方城市。各季节高值污

染区域基本相同,主要分布在以兰州为中心的西北东部,以北京为中心的华北地区。

(2) 我国城市大气污染是由人类活动及特殊的地理位置、气象条件综合影响而形成的。人类活动产生的大量气溶胶是城市 API 维持在 60 以上的主要原因,冬季采暖加剧了北方的污染;季风雨对污染的清除有重大的影响,而沙尘天气是北方城市春季污染加剧的主要原因。

[参考文献]

- [1] HELMUT M. Air pollution in cities[J]. Atmospheric Environment 1999(33): 4037-4039.
- [2] HORMBERG C, MACIULEVICIUTE L, SEEMAYER N H, et al. Induction of sister chromatid changes(SCE) in human tracheal epithelial cells by the fractions PM₁₀ and PM_{2.5} of airborne particulates[J]. Toxicology Letters 1998, 215(20): 96-97.
- [3] 张志刚,高庆先,韩雪琴,等.中国华北区域城市间污染物输送研究[J].环境科学研究,2004,17(1):14-20
- [4] 王斌,高会旺.中国沿海城市空气污染指数的分布特征[J].生态环境,2008,17(2):542-548.
- [5] 安俊岭,张仁健,韩志伟.北方15个大型城市总悬浮颗粒物的季节变化[J].气候与环境研究,2000,5(1):25-29
- [6] 刘章现,袁英贤,张江时,等.平顶山市PM₁₀、PM_{2.5}污染调查[J].环境监测管理与技术,2007,19(4):26-29
- [7] 顾秀菊.苏州市大气污染状况及其变化规律分析[J].环境监测管理与技术,1996,8(4):28-30.
- [8] 邵冬海.大连城市空气特征污染物TSP源解析及污染控制系统研究[D].大连:大连理工大学,2000:58-62.
- [9] 邓祖琴.兰州市冬季大气颗粒物中有机污染物的分布特征及来源[D].兰州:兰州大学出版社,2006:44-46.
- [10] 徐德祥,施晓辉,谢立安,等.城市冬、夏季大气污染气、粒态复合型相关空间特征[J].中国科学:D辑,2005,35(21):53-65.
- [11] 胡隐樵,张强.兰州山谷大气污染物理机制与防治对策[J].中国环境科学,1999,19(2):119-122.
- [12] 陈长和,黄建国,王介民,等.复杂地形上大气边界层和大气扩散的研究[M].北京:气象出版社,1993:12-17.
- [13] 鲁然英,田良,刘铁军,等.沙尘天气对我国城市环境空气质量的影响[J].甘肃科技,2005,21(2):1-4.
- [14] 黄美元,王自发.东亚地区黄沙长距离输送模式设计[J].大气科学,1998,22(4):625-637.
- [15] 宋连春,韩永翔,张强,等.中国沙尘暴时空变化特征及日本、韩国黄沙的源地研究[J].大气科学,2004,28(6):820-827.

本栏目责任编辑 李文峻