

广州市区大气污染特征与影响因子分析

张 凌^{1, 2}, 付朝阳^{3, 4}, 郑习健², 叶代启¹

1. 华南理工大学环境科学与造纸工程学院, 广东 广州 510030; 2. 广州市环境监测中心站, 广东 广州 510030;

3. 清华大学经济管理学院, 北京 100084; 4. 国家环境保护总局, 北京 100035

摘要:以 2000—2004 年广州市国控测点的空气环境质量自动监测结果为基础数据, 以我国《大气环境质量标准》的日平均质量浓度二级标准为依据计算广州市 2000—2004 年的各大气污染物的指数及污染负荷率, 阐明广州市区主要大气污染物 SO₂、NO₂、PM₁₀、CO 的地域分布特征、季节变化特征、年际变化特征以及由于大气中的酸性物质而形成的酸雨的变化特征并提出研究对策。结果表明: 各污染物质量浓度存在明显的季节变化规律, 除 SO₂ 春夏秋冬四季污染最严重, 其余几项污染程度由高到低的顺序均为冬季, 春季, 秋季, 夏季。近 5 年来空气中的一氧化碳呈显著下降趋势, 但二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物则呈显著上升趋势, 综合污染指数也呈明显上升趋势; 酸雨频率呈不显著上升且夏秋季污染大于春冬两季。广州市大气污染分布规律与风向频率以北和东北偏北方向较大, 东和东南方向次之的分布基本一致。

关键词:大气污染特征; 影响因子; 广州市区

中图分类号: X131.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-2175 (2007) 02-0305-04

我国学者对城市边界层大气污染状况已经做了很多有益的研究, 但是, 这些研究中, 由于城市边界层大气污染观测资料时间序列较短, 因此在城市大气污染年、季特征分析及其影响因子的研究方面不够充分, 而且由于以上研究时段较短, 很难保证观测时段的资料具有代表性^[1]。本文利用广州市环境保护局 2000—2004 年长达 5 年的污染资料结合相应时段的地面站气象资料, 对广州市区大气污染特征及其影响因子进行了分析和研究, 数据之新、年份之长, 为预测 2010 年广州举办亚运会的环境空气提供依据。

1 布点情况

根据《2000—2004 年度广州市环境质量报告书》取广州市 9 个国控测点的空气环境质量自动监测数据, 例行监测项目为二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳和可吸入颗粒物。

2 广州市大气污染的分布规律

按照污染物发生的类型, 将市区大气污染源分为工业污染源、生活污染源和机动车污染源三种^[2]。通过分析三种污染源大气污染物的排放状况, 并对不同监测点、不同季节、不同年份的大气污染物质量浓度, 阐明大气污染物的地域分布特征、季节变化特征、年际变化特征以及由于大气中的酸性物质而形成的酸雨的变化特征。

2.1 季节变化明显

广州地区季节划分为春季从 3 月到 4 月, 夏季从 5 月到 9 月, 秋季为 10 月和 11 月, 冬季从 12 月到 2 月。2000—2004 年所有监测站点污染物的月

平均质量浓度按季节分别计算多年均值于表 2, 从表 2 可知: 各污染物质量浓度存在明显的季节变化规律, 除 SO₂ 春夏秋冬四季污染最严重, 其余几项污染程度由高到低的顺序均为冬季, 春季, 秋季, 夏季。

表 2 2000—2004 年广州市大气污染物质量浓度的季节分布
Table 2 Seasonal change of the atmospheric pollutants' concentration in Guangzhou City from 2000 to 2004 mg·m⁻³

季节	SO ₂	NO ₂	CO	PM ₁₀	TSP
冬季	0.057	0.082	2.421	0.100	0.183
春季	0.063	0.074	1.950	0.093 4	0.177
夏季	0.060	0.058	1.596	0.073 6	0.136
秋季	0.050	0.071	1.922	0.092 4	0.173

2.2 年际间污染逐年增强呈现区域污染特征

为了分析广州大气污染的年际变化规律, 本文以 2000—2004 年广州市国控测点的空气环境质量自动监测结果为基础数据, 以我国《大气环境质量标准》的日平均质量浓度二级标准为依据计算广州市 2000—2004 年的各大气污染物的指数及污染负荷率^[3-5], 计算公式如下:

$$F_i = P_i / P \quad \text{其中: } P_i = C_i / S_i, \quad P = \sum P_i$$

式中: F_i 为污染物 i 的负荷率, P_i 为污染物的分指数, P 为大气污染综合指数, C_i 为污染物 i 的实测值, S_i 为污染物的评价标准 (其中 SO₂ 为 0.06 mg·m⁻³), NO₂ 为 0.08 mg·m⁻³, CO 为 4.0 mg·m⁻³, PM₁₀ 为 0.10 mg·m⁻³), 计算结果如表 3 所示。

从表 3 的结果发现, 近 5 年来空气中的一氧化碳呈显著下降趋势, 但二氧化硫、二氧化氮和可吸

表3 2000 - 2004 年广州市各大气污染物的评价指数和污染负荷率
Table 3 Evaluation indexes and pollutant losdrates of each atmospheric contamination in Guangzhou City from 2000-2004

年份	SO ₂		NO ₂		CO		PM ₁₀		综合指数
	P _i	F _i (%)	P _i	F _i (%)	P _i	F _i (%)	P _i	F _i (%)	
2000	0.750	26.8	0.762	27.2	0.55	19.6	0.740	26.4	2.80
2001	0.850	28.7	0.888	30.0	0.492	16.6	0.730	24.7	2.96
2002	0.967	31.3	0.850	27.5	0.45	14.6	0.820	26.5	3.09
2003	0.983	29.5	0.900	27.0	0.46	13.8	0.990	29.7	3.33
2004	1.28	35.4	0.912	25.2	0.442	12.2	0.990	27.3	3.62

入颗粒物则呈显著上升趋势,综合污染指数也呈明显上升趋势,虽然各污染物的负荷率随年份不断波动,但CO逐年减少,SO₂逐年上升,NO₂和PM₁₀除2001年有过短暂下降外,整体呈上升趋势。2004年广州市区主要大气污染物的污染负荷系数由大到小依次为:二氧化硫,可吸入颗粒物,二氧化氮,降尘,以二氧化硫最高,可吸入颗粒物和二氧化氮的数值相差不大,表明广州市环境空气仍以煤烟型污染和机动车排气污染共同作用为污染特征。CO、NO₂、PM₁₀等指标仍保持在二级环境质量标准以下,但SO₂质量浓度超过二级标准的0.32倍,这是1999年以来出现的首次超标,呈现出区域污染的特点。此外,NO₂和PM₁₀质量浓度接近二级标准限值。

2.3 酸雨频率呈不显著上升且夏秋季污染大于春冬两季

由表4可见,全市酸雨污染状况依然严重,降水的酸度和降水频率有所增加,2000年至2004年之间,广州市降水pH值呈下降趋势,但不显著。酸雨频率上升了17.7个百分点。四季降pH平均值从小到大排列为:夏,秋,春,冬,显示出夏秋两季酸雨污染大于春冬两季。

3 大气污染特征的影响因子

不同的城市大气污染特征的影响因子也不尽相同。本文从地形和气象条件、产业结构和工业布

局状况、工业和生活燃料的燃烧、机动车尾气的排放、基础设施施工及周边地区的酸性物质等方面分析广州市区的大气污染成因。

3.1 广州市大气污染分布规律与风

目前我国一般用污染系数即风向频率与平均风速的比值来定量反映风向因素对大气污染的影响。在污染物排放量一定时,污染程度和风向频率成正比,与风速成反比,污染系数越大,其下风方位的污染越严重。我市全年的污染系数以北和北东方向较大,其次是东和东南方向,与广州市年风向频率以北和东北偏北方向较大,东和东南方向次之的分布基本一致。其中冬季市区的风向频率和污染系数分别以北东北偏北最大,东南次之,夏季以偏南和东南偏南最大和次大。可见,广州的污染系数和风向频率在全年或冬夏季都是以西南偏西最小,广州城区以西和南为最大污染系数的下风方向,大气污染物主要向西或西南方向输送^[6]。广州市多年风向频率图和多年污染系数分布图见图1、图2。

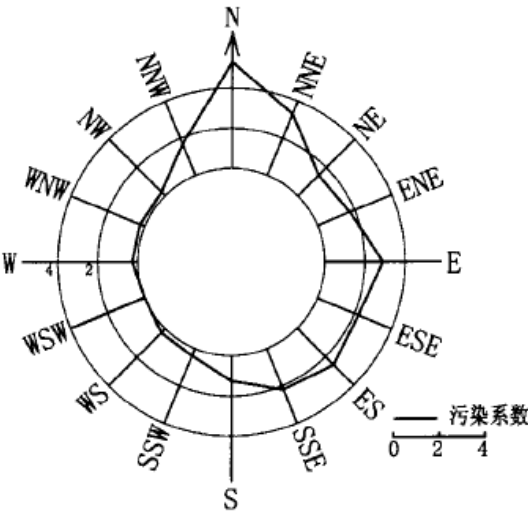


图1 广州市多年污染系数分布图
Fig. 1 Distribution of annual pollution coefficient in Guangzhou

表4 2000 - 2004 年广州市降水 pH 值及酸雨频率的季节分布
Table 4 Seasonal change of the Rainfall and frequency of Acid rain in Guangzhou city from 2000 - 2004

年份	春		夏		秋		冬		全年	
	pH	酸雨频率	pH	酸雨频率	pH	酸雨频率	pH	酸雨频率	pH	酸雨频率
2000	4.85	66.1	4.68	68.5	4.49	75.7	6.25	33.3	4.71	62.8
2001	4.48	86.96	4.59	69.78	4.35	42.86	5.14	38.89	4.59	70.45
2002	4.67	76.0	4.29	82.8	4.49	83.3	4.41	63.6	4.37	76.4
2003	4.58	64.5	4.68	82.6	5.30	41.7	4.17	80.0	4.64	77.2
2004	4.54	76.0	4.49	87.0	4.44	100	5.33	36.0	4.51	82.0
5年平均	4.62	75.2	4.55	79.3	4.61	50	5.06	39.7	4.56	73.9

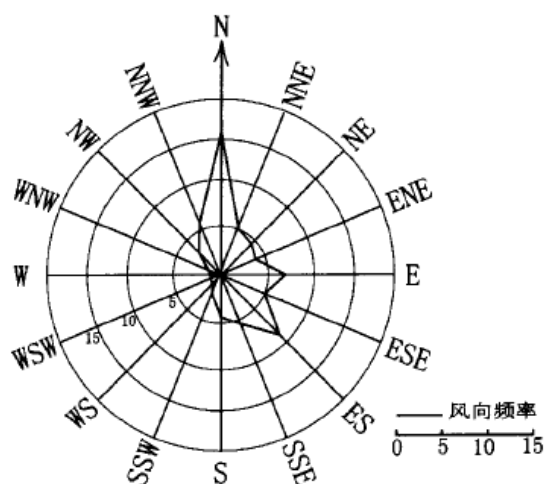


图2 广州市多年风向频率图

Fig. 2 Distribution of annual wind direction Frequency in Guangzhou

3.2 市区热岛效应

城市由于建筑物的屏蔽阻挡作用导致城市风速减小,热量不易扩散而形成热岛现象。广州自20世纪80年代以来,由于成群的高层建筑和众多的立交桥拔地而起,加上城市绿地覆盖水平较低,导致热岛效应突出,且有冬强夏弱,老城闹市区和西区最强,居民区次之,全市整体趋势是西强东弱的时空分布特征。

3.3 广州市大气污染分布与逆温

近年来,广州全年都有低空逆温出现,其中接地逆温比悬浮逆温略多,且具有冬强夏弱的特征。 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、和TSP的质量浓度往往随着逆温强度及逆温频率的增大而不断增加。2000—2004年 NO_2 、 PM_{10} 、和TSP的季均质量浓度变化规律与接地逆温强度的变化规律十分吻合,均为冬强夏弱,说明广州大气污染分布质量浓度具有冬强夏弱的季节变化规律,与接地逆温强度的变化规律具有很大的 consistency。

3.4 人为因素

一是工业发展迅速,电力供应紧张,电厂满负荷运转,工业燃煤、燃油消耗量大幅增加。由于燃煤、燃油供应紧张,企业难以采购低硫煤、低硫油,使大气中二氧化硫质量浓度上升。

二是机动车拥有量逐年上升,机动车排放给大气环境质量造成了较大压力。而目前《广州市机动车排气污染防治规定》正在修订中,机动车排气执行等同于欧洲二号,三号排放限值的国家机动车第二,三阶段排放标准工作仍不能实施,排放污染控制缺少必要的手段。

三是全市建筑,市政施工工地扬尘和道路扬尘未得到有效控制,市内存在300多家闲置工地,裸

土在一定气象条件下形成扬尘污染。

四是区域间污染的影响加大,珠三角经济圈扩大与成长,在一定程度上形成了区域性的大气污染,据研究,广州有20%左右的大气污染物来自珠三角地区。

4 结论

(1) 各污染物质量浓度存在明显的季节变化规律,除 SO_2 春夏秋冬四季污染最严重,其余几项污染程度由高到低的顺序均为冬季,春季,秋季,夏季。

(2) 广州市环境空气仍以煤烟型污染和机动车排气污染共同作用为污染特征,且年际间污染逐年增强呈现区域污染特征。

(3) 全市酸雨污染状况依然严重,环境空气中二氧化硫污染加重,夏秋两季酸雨污染大于春冬两季。

(4) 广州市大气污染分布规律与风向频率以北和东北偏北方向较大,东和东南方向次之的分布基本一致。

(5) 2000—2004年 NO_2 、 PM_{10} 、和TSP的大气污染分布质量浓度具有冬强夏弱的季节变化规律与接地逆温强度的变化规律具有很大的 consistency。

(6) 区域间污染的影响加大,珠三角经济圈扩大与成长,在一定程度上形成了区域性的大气污染。

参考文献:

- [1] 宋艳玲, 郑水红, 柳艳菊, 等. 2000-2002年北京市城市大气污染特征分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(增刊): 116-122.
SONG Yanling, ZHENG Shuihong, LIU Yanju, et al. Research on characteristics of air pollution in Beijing[J]. Quarterly Journal of Applied Meteorology, 2005, 16(sup): 116-122.
- [2] 赵璧, 张建华, 刘献辉, 等. 洛阳市大气污染特征与相关气象要素24小时变化分析[J]. 中国环境监测, 2004, 20(1): 21-23.
ZHAO Bi, ZHANG Jianhua, LIU Xianhui, et al. Analyzing 24-hour variation of atmosphere pollution character in Luoyang city and related meteorological factors[J]. Environmental Monitoring in China, 2004, 20(1): 21-23.
- [3] MOK K M, HOI K I. Effects of meteorological conditions on PM_{10} concentrations: study in Macau[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2005, 102: 201-223.
- [4] STATHEROPOULOS M, VASSILIADIS N, PAPPAS A. Principal component and canonical analysis for examining air pollution and meteorological data[J]. Atmospheric Environment, 1998, 32(6): 1087-1095.
- [5] SHI J P, HARRISON R M. Regression modeling of hourly NO_x and NO_2 concentrations in urban air in London[J]. Atmospheric Environment, 1997, 31: 4081-4094.
- [6] 汤惠君, 田亚平. 广州市大气污染的气象要素分析[J]. 城市问题, 2004(5): 51-55.
TANG Huijun, TIAN Yaping. Analysis on weather factors of urban atmospheric pollution in Guangzhou[J]. Urban Problems, 2004(5): 51-55.

Study on air pollution feature and its effect in Guangzhou city

ZHANG Ling^{1,2}, FU Zhaoyang^{3,4}, ZHENG Xijian², YE Daiqi¹

1. South China University of Technology, Guangzhou 510030, China;

2. Guangzhou Environmental Monitoring Centre, Guangzhou 510030, China;

3. School of Economical Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

4. State Environmental Protection Administration, Beijing 100035, China

Abstract: Based on the monitoring of the results of atmospheric pollutants from 2000 to 2004 and the climatic data from similar years in Guangzhou city, the distribution regularity of the air pollution in this city is researched. The results are described as follows:

1) There was clear-cut seasonal changes of the atmospheric pollution in Guangzhou, the highest concentration of contaminants was monitored in winter and the lowest one in summer. 2) During the past 5 years, the pollutant load rates of NO₂, SO₂ and PM₁₀ were on the rise while that of the CO was on the decline each year, which showed that optical chemical pollution had been strengthening year after year since 2000 in Guangzhou. 3) The pollutant load rate of each atmospheric contamination changed, which showed that both Industrial pollution and Traffic pollution were equally heavy and that the atmospheric pollution was gradually aggravated from east and north to west and south in Guangzhou. 4) Acid rain was very serious especially in summer and autumn. 5) The distribution characteristics of atmospheric pollutants in Guangzhou both in time and in space are closely related to the weather factors (wind speed and wind direction, air temperature and so on) and the source of pollutants. In order to reach the goal of protecting urban environment from being atmospherically polluted, the author thinks rational urban planning measures should be adopted so as to improve urban atmospheric environment, and specific countermeasures are put forward.

Key words: atmospheric pollution; distribution regularity; Guangzhou