

北辰区2013~2019年环境空气质量特征分析

李 鹏, 刘 彬, 毕温凯*, 郑乃源, 邓小文

天津市生态环境监测中心, 天津
Email: temc_lipeng@126.com, *biwk@163.com

收稿日期: 2020年11月19日; 录用日期: 2020年12月16日; 发布日期: 2020年12月23日

摘 要

利用北辰区2013~2019年环境空气质量监测数据, 分析了北辰区环境空气质量特征。结果表明, 北辰区除O₃浓度呈现上升趋势外, PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、CO、SO₂浓度均呈现下降趋势, PM_{2.5}浓度从2013年的100 μg/m³降至2019年的53 μg/m³, O₃浓度从149 μg/m³升高至211 μg/m³。达标天数从122天增加到210天, 综合指数从9.41降至5.69, PM_{2.5}对综合指数的贡献率最高, 其次为O₃, 即PM_{2.5}依旧是环境空气中最主要的污染物, O₃污染问题日益突出。PM_{2.5}、NO₂、CO、SO₂四项污染物浓度季节分布均表现为冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季, PM₁₀表现为冬季 > 春季 > 秋季 > 夏季, O₃表现为夏季 > 春季 > 秋季 > 冬季。

关键词

北辰区, 空气质量, 特征分析, 综合指数

Characteristics of Ambient Air Quality in Beichen District from 2013 to 2019

Peng Li, Bin Liu, Wenkai Bi*, Naiyuan Zheng, Xiaowen Deng

Tianjin Eco-Environmental Monitoring Center, Tianjin
Email: temc_lipeng@126.com, *biwk@163.com

Received: Nov. 19th, 2020; accepted: Dec. 16th, 2020; published: Dec. 23rd, 2020

Abstract

The characteristics of ambient air quality in Beichen District were analyzed by using the monitoring data of ambient air quality from 2013 to 2019. The results showed that PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, CO, SO₂ concentrations showed downward trends, except the O₃ concentration showed a rising trend. The concentration of PM_{2.5} decreased from 100 μg/m³ in 2013 to 53 μg/m³ in 2019, while the con-

*通讯作者。

centration of O_3 increased from $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ to $211 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The number of days reaching the target increased from 122 to 210, and the pollution integrated index decreased from 9.41 to 5.69. $PM_{2.5}$ had the highest contribution rate to the pollution integrated index, followed by O_3 , that the $PM_{2.5}$ was still the most important pollutant in the ambient air, and O_3 pollution was becoming more and more serious. The seasonal distributions of $PM_{2.5}$, NO_2 , CO , SO_2 concentration were winter > autumn > spring > summer, PM_{10} seasonal distribution was winter > spring > autumn > summer, while O_3 seasonal distribution was summer > spring > autumn > winter.

Keywords

Beichen District, Air Quality, Characterization, Integrated Index

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

大气污染是指大气中污染物质的浓度达到有害程度，破坏生态系统和人类正常生存和发展，对人类及其他造成危害的现象。京津冀地区是我国空气污染较重的区域之一[1]，随着社会经济的快速发展，大气污染已成为京津冀地区面临的最大的环境问题之一[2]-[6]。大气污染问题引起了众多学者的关注，研究聚焦于形成机理、来源解析及对健康的影响等[7] [8] [9] [10]，大部分研究以于京津冀省际尺度为研究对象，缺乏聚焦于县域及以下尺度研究。国务院于2013年发布《大气污染防治行动计划》，提出经过五年努力，使全国空气质量总体改善，重污染天气较大幅度减少；京津冀、长三角、珠三角等区域空气质量明显好转；将其作为改善民生的重要着力点，作为生态文明建设的具体行动，作为统筹稳增长、调结构、促改革，打造中国经济升级版的重要抓手，做出全面部署。天津市2013年发布《天津市清新空气行动方案》，作为落实“大气十条”制定了66项具体措施。十分有必要开展过去几年来县域的空气质量特征分析，以期对未来空气质量改善措施制定提供科学支撑。

北辰区为天津市的市辖区，位于中心城区北部，为环城四区之一。区内属于华北平原区，地势坦荡低平，自西北向东南微微倾斜，一般高程1.5~7.5米，河渠洼地众多；气候属暖温带半湿润大陆性季风型气候，四季分明，冬、夏季长，春、秋季短，春季风多雨少，夏季雨量集中，秋季冷暖适中，冬季寒冷干燥。2018年末，全区常住人口为86.54万人，地区生产总值944.88亿元，其中第一产业5.96亿元，第二产业526.18亿元，第三产业412.74亿元[11]。

2. 数据源及评价方法

2.1. 数据源

研究数据来源于天津市环境空气质量监测站淮河道点位，位于北辰区汾河北道20号秋怡小学院内，采样平台距地面约15米，周边为居民区，无明显污染源。采用Thermo 42i、43i、48i、49i、1405、1405F分别监测 NO_x 、 SO_2 、 CO 、 O_3 、 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 。气态污染物仪器运维及质控严格执行《环境空气气态污染物(SO_2 , NO_2 , O_3 , CO)连续自动监测系统运行和质控技术规范》(HJ 818-2018)，颗粒物仪器运维及质控严格执行《环境空气颗粒物(PM_{10} 和 $PM_{2.5}$)连续自动监测系统运行和质控技术规范》(HJ 817-2018)，每日审核数据有效性并形成空气质量日报。

2.2. 评价方法

淮河道点位属于环境空气二类功能区,根据《环境空气质量标准》(GB3095-2012)规定,SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5}年评价浓度限值分别为 60 μg/m³, 40 μg/m³, 4 mg/m³, 160 μg/m³, 70 μg/m³, 35 μg/m³。

环境空气质量评价采用单项目评价和综合指数法。其中综合指数法首先计算单项污染物的单项指数(I_i),然后将各项污染物的单项指数相加,求得综合指数(I_{sum}),计算公式如下:

$$I_i = \frac{C_i}{S_i} \quad (1)$$

$$I_{sum} = \sum I_i \quad (2)$$

式中, C_i 为污染物的浓度值,其中 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}为年均浓度值,CO 为 24 小时平均浓度第 95 百分位数浓度, O₃ 为日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度, S_i 为第 i 污染物二级标准限值浓度。

3. 结果与讨论

3.1. 污染物浓度

图 1 为 2013~2019 年北辰区环境空气主要污染物浓度变化。除 O₃ 浓度呈现上升趋势外,PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、CO、SO₂ 浓度均呈现下降趋势。PM_{2.5} 浓度从 2013 年的 100 μg/m³ 降至 2019 年的 53 μg/m³, 下降了 47.0%, 依旧超标 0.51 倍; PM₁₀ 浓度从 169 μg/m³ 降至 2019 年的 85 μg/m³, 下降了 49.7%, 超标 0.21 倍。SO₂ 浓度从 50 μg/m³ 降至 2019 年的 11 μg/m³, 下降了 78.0%, NO₂ 浓度从 55 μg/m³ 降至 2019 年的 38 μg/m³, 下降了 30.9%, CO 浓度从 4.0 mg/m³ 降至 2019 年的 2.1 mg/m³, 下降了 47.5%, SO₂、NO₂、CO 三项浓度达到国家二级标准限值要求。O₃ 浓度从 149 μg/m³ 升高至 2019 年的 211 μg/m³, 升高了 41.6%, 超标 0.32 倍。

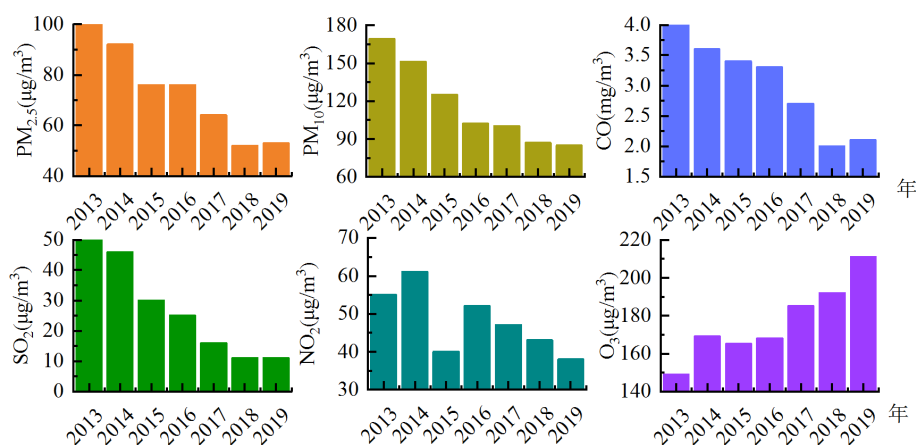


Figure 1. Changes of main pollutant concentration in Beichen District from 2013 to 2019

图 1. 2013~2019 年北辰区主要污染物浓度变化

3.2. 空气质量级别

根据《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》(HJ633-2012)规定,空气质量划分为六个等级,分别为一级优(0~50)、二级良(51~100)、三级轻度污染(101~150)、四级中度污染(151~200)、五级重度污染(201~300)和六级严重污染(>300)。一级优和二级良为达标天,三级及以上为污染天,五级重度污染及六级严重污染为重污染天。2013~2019 年北辰区空气质量级别天数分布见图 2。结果表明北辰区

达标天数从 2013 年的 122 天增加到 2019 年的 210 天，其中一级优的天数从 2013 年 6 天增加至 2019 年 42 天，蓝天越来越多。五级重度污染及以上的天数从 2013 年的 56 天下降至 2019 年的 20 天，重污染天数显著减少。特别是 2018 年，达标天数高达 218 天，重污染天数仅有 13 天，为近年来的最好水平。

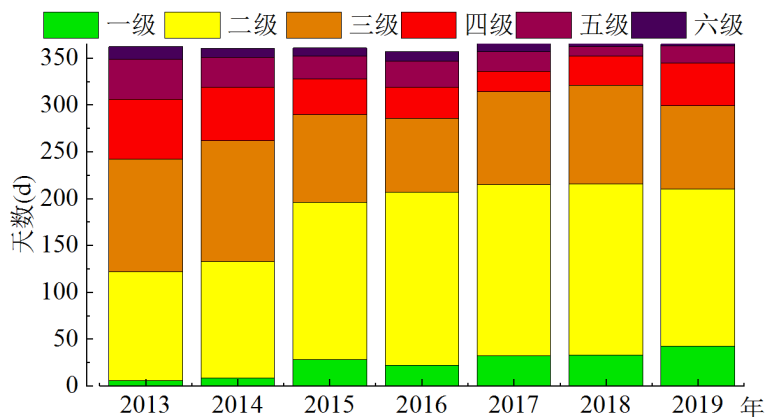


Figure 2. Air quality grade days distribution in Beichen District from 2013 to 2019

图 2. 2013~2019 年北辰区空气质量级别天数分布

3.3. 污染组成

北辰区环境空气质量综合指数从 2013 年 9.41 降至 2019 年 5.69，下降了 39.5%，表明空气质量总体改善且改善幅度较大。图 3 为 2013~2019 年北辰区主要污染物对综合指数的贡献占比情况，PM_{2.5} 贡献率从 30.4% 降至 26.5%，PM₁₀ 贡献率从 25.6% 降至 21.3%，NO₂ 贡献率从 14.7% 升至 16.7%，SO₂ 贡献率从 8.8% 降至 3.2%，CO 贡献率从 10.6% 降至 9.1%。O₃ 贡献率从 9.9% 升至 23.2%。对综合指数贡献从大到小排序，2013 年为 PM_{2.5} > PM₁₀ > NO₂ > CO > O₃ > SO₂，2014 年、2016 年和 2017 年为 PM_{2.5} > PM₁₀ > NO₂ > O₃ > CO > SO₂，2015 年、2018 年为 PM_{2.5} > PM₁₀ > O₃ > NO₂ > CO > SO₂，2019 年为 PM_{2.5} > O₃ > PM₁₀ > NO₂ > CO > SO₂，PM_{2.5} 贡献率一直最大，O₃ 贡献率由第五位升值第二位，表明 PM_{2.5} 依旧是环境空气中最主要的污染物，O₃ 污染问题日益突出。

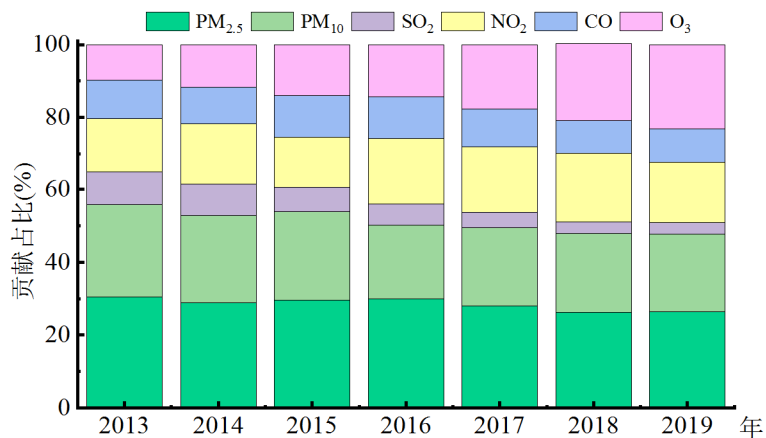


Figure 3. Contribution ratio of main pollutants to air pollution integrated index in Beichen District from 2013 to 2019

图 3. 2013~2019 年北辰区主要污染物对综合指数贡献占比情况

3.4. 污染物季节特征

表 1 为 2013~2019 年北辰区空气质量多年平均浓度季节分布统计, $PM_{2.5}$ 、 NO_2 、 CO 、 SO_2 四项污染物浓度季节分布均表现为冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季, PM_{10} 表现为冬季 > 春季 > 秋季 > 夏季, O_3 表现为夏季 > 春季 > 秋季 > 冬季。原因一方面在于北辰区的气候属暖温带半湿润大陆性季风型气候, 冬季寒冷干燥, 污染物扩散条件整体较差, 另一方面北方城市从 11 月至来年 3 月处于供暖期, 污染物排放显著增加。北辰区春季干燥, 容易受北方沙尘天气影响, 导致春季 PM_{10} 浓度高于秋季。从浓度水平来看, SO_2 和 CO 冬季浓度分别是夏季的 5.0 倍和 2.3 倍, $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 NO_2 冬季浓度分别是夏季的 1.8 倍、1.7 倍和 1.9 倍, 即冬季是颗粒物、 NO_2 等大气污染防治的核心季节。

Table 1. Seasonal distribution characteristics of air quality in Beichen District from 2013 to 2019

表 1. 2013~2019 年北辰区空气质量多年平均浓度季节分布特征

数量	春节	夏季	秋季	冬季
$PM_{2.5}$	68	55	71	100
SO_2	22.1	11	22.4	53
NO_2	46	33	52	62
CO	1.9	1.7	2.2	3.9
O_3	149	211	119	64
PM_{10}	127	87	109	144

注: CO 浓度单位为 mg/m^3 , 其他污染物浓度单位为 $\mu g/m^3$ 。

4. 结论

1) 2013~2019 年, 北辰区除 O_3 浓度呈现上升趋势外, $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 NO_2 、 CO 、 SO_2 浓度均呈现下降趋势。 $PM_{2.5}$ 浓度从 2013 年的 $100 \mu g/m^3$ 降至 2019 年的 $53 \mu g/m^3$, O_3 浓度从 $149 \mu g/m^3$ 升高至 $211 \mu g/m^3$ 。

2) 北辰区达标天数从 2013 年的 122 天增加到 2019 年的 210 天, 其中一级优的天数从 2013 年 6 天增加至 2019 年 42 天, 五级重度污染及以上的天数从 2013 年的 56 天下降至 2019 年的 20 天, 重污染天数显著减少。

3) 北辰区环境空气质量综合指数从 2013 年 9.41 降至 2019 年 5.69, 下降了 39.5%, 表明空气质量总体改善且改善幅度较大。当前对综合指数贡献从大到小排序为 $PM_{2.5} > O_3 > PM_{10} > NO_2 > CO > SO_2$, $PM_{2.5}$ 依旧是环境空气中最主要的污染物, O_3 污染问题日益突出。

4) 北辰区 $PM_{2.5}$ 、 NO_2 、 CO 、 SO_2 四项污染物浓度季节分布均表现为冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季, PM_{10} 浓度表现为冬季 > 春季 > 秋季 > 夏季, O_3 浓度表现为夏季 > 春季 > 秋季 > 冬季。

参考文献

- [1] 王文兴, 柴发合, 任阵海, 等. 新中国成立 70 年来我国大气污染防治历程、成就与经验[J]. 环境科学研究, 2019, 32(10): 1621-1635.
- [2] 李立伟, 肖致美, 陈魁, 等. 京津冀区域 $PM_{2.5}$ 中碳组分污染特征研究[J]. 环境科学学报, 2018, 38(4): 1306-1316.
- [3] 李丹, 刘彬, 孔君, 等. 天津市一次重污染天气过程污染特征分析[J]. 环境保护前沿, 2018, 8(2): 160-167.
- [4] 徐虹, 肖致美, 孔君, 等. 天津市冬季典型大气重污染过程特征[J]. 中国环境科学, 2017, 37(4): 1239-1246.
- [5] 孙韧, 肖致美, 陈魁, 等. 京津冀重污染大气污染物输送路径分析[J]. 环境科学与技术, 2017, 40(12): 159-164.
- [6] 耿冠楠, 肖清扬, 郑逸璇, 等. 实施《大气污染防治行动计划》对中国东部地区 $PM_{2.5}$ 化学成分的影响[J]. 中国

- 科学: 地球科学, 2020, 50(4): 469-482.
- [7] Geng, C., Wang, J., Yin, B., *et al.* (2020) Vertical Distribution of Volatile Organic Compounds Conducted by Tethered Balloon in the Beijing-Tianjin-Hebei Region of China. *Journal of Environmental Sciences*, **95**, 121-129. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.03.026>
- [8] Cao, B. and Yin, Z. (2020) Future Atmospheric Circulations Benefit Ozone Pollution Control in Beijing-Tianjin-Hebei with Global Warming. *Science of the Total Environment*, **743**, Article ID: 140645. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140645>
- [9] Guo, Y., Tong, S., Zhang, Y., *et al.* (2010) The Relationship between Particulate Air Pollution and Emergency Hospital Visits for Hypertension in Beijing, China. *Science of the Total Environment*, **408**, 4446-4450. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.06.042>
- [10] Tang, X., Chen, X. and Tian, Y. (2017) Chemical Composition and Source Apportionment of PM_{2.5}: A Case Study from One Year Continuous Sampling in the Chang-Zhu-Tan Urban Agglomeration. *Atmospheric Pollution Research*, **8**, 885-899. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.02.004>
- [11] 国家统计局天津调查总队. 天津统计年鉴 2019 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.