Eco-Environmental Knowledge Web
环境保护科学
Environmental Protection Science
第45卷 第4期 2019年8月
Vol. 45 No. 4 Aug. 2019

潍坊市环境空气质量现状及变化特征研究

安可珍,王斌之
(山东省潍坊生态环境监测中心,山东 潍坊 261041)

摘 要:文章分析了潍坊市区大气环境空气质量时空分布特征,监测的污染物为 PM_{10}、SO_2、NO_2、$PM_{2.5}$、O_3、CO 共6项。2015~2017年 SO_2 和 NO_2 年均浓度基本呈下降趋势,均低于国家二级标准,SO_2/NO_2 值呈逐年下降趋势;PM_{10}、$PM_{2.5}$ 浓度时间变化规律基本相同,呈现夏季浓度较低、冬季浓度较高;CO 年均浓度呈小幅下降趋势;O_3 -8 h 年均浓度在 109~119 μg/m³ 之间,臭氧的污染不容忽视。从空间分布来看,8个自动监测点位周边情况不同,均能反映其区域环境空气质量状况。

关键词:环境空气质量;时间变化;空间变化;年均值;日均值
中图分类号:X831 **文献标志码**:A DOI:10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2019.04.019

Research on Sitnation and Variation Characteristics of Environrnental Air Quality in Weifang City

AN Kezhen, WANG Binzhi
(Weifang Ecological Environment Moritoring Center, Weifang 261041, China)

Abstract: This paper analyzes the spatial and temporal distribution of environmental air quality in urban district of Weifang, and the monitored pollutants include PM_{10}, SO_2, NO_2, $PM_{2.5}$, O_3 and CO. The average annual concentrations of SO_2 and NO_2 from 2015 to 2017 basically declines, which are lower than the national second standard, and the value of SO_2/NO_2 decreases year by year. The concentration variations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ have basically the same trend, showing lower concentration in summer and higher concentration in winter. The average annual concentration of CO shows a small downward trend, while that of O_3 -8 h is between 109 μg/m³ and 119 μg/m³. Ozone pollution can't be ignored. From the perspective of spatial distribution, the eight monitoring points in different positions can reflect the environmental air quality of their regions..

Keywords: Environmental Air Quality; Temporal Distribution Variation; Spatial Distribution Variation; Average Annual Concentration; Average Daily Concentration
CLC number: X831

潍坊市区选取大气环境空气质量自动监测国控点位8个,分别是市环保局、潍坊学院、潍城区监测站、朱刘小学、寒亭监测站、峡山水库、坊子邮政和鑫汇集团。主要监测项目有 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO 和 O_3。潍坊市污染物浓度及比值年际变化的分析数据来自中国环境监测总站网上发布数据;大气污染物浓度及比值的月际变化、日变化、空间变化的分析数据来自潍坊市区8个监测点位的自动监测数据[1]。

1 常规污染物浓度的变化特征

1.1 SO_2 浓度时空变化

1.1.1 时间变化特征 2017年,潍坊市 SO_2 年均浓度为25 μg/m³。2015~2017年 SO_2 年均浓度基本呈下降趋势,从44降至25 μg/m³,数据来自中国环境监测总站网。

对2015~2017年潍坊市各月环境空气监测结果进行统计,SO_2 月均浓度呈现典型的"U"型分布,1、2和12月浓度较高,7、8月较低;各月月均浓度呈逐年下降趋势,见图1,SO_2 年均浓度下降说明对燃煤管控取得了效果。潍坊市 SO_2 浓度冬季较高与燃煤取暖有关,夏季较低与二次反应较强消耗 SO_2 有关。

对2017年 SO_2 小时值日变化统计可知,SO_2 小时值日变化呈现"单峰"现象,日峰值出现在9时32 μg/m³,谷值出现在15~17时20 μg/m³,见图2。

收稿日期:2019-03-11
作者简介:安可珍(1963-),女,高级工程师。研究方向:环境监测。
引用格式:安可珍.潍坊市环境空气质量现状及变化特征研究[J].环境保护科学,2019,45(4):100-105.

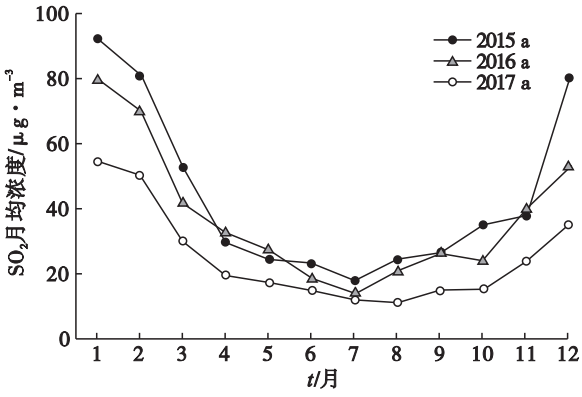

图 1　2015 ~2017 年 SO_2 浓度月变化

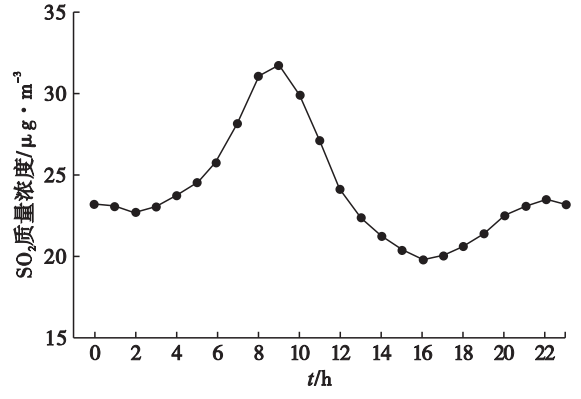

图 2　2017 年 SO_2 浓度日变化

1.1.2　空间变化特征　2017 年潍坊市各监测点位 SO_2 平均浓度为 19 ~31 μg/m^3,潍城区监测站浓度最高 31 μg/m^3,与周边热电厂和餐饮等有关;朱刘监测站次之29 μg/m^3,与工业企业排放有关;潍坊学院19 μg/m^{3}和鑫汇集团 20 μg/m^3 较低,数据来自中国环境监测总站网。

1.2　NO_2 浓度时空变化

1.2.1　时间变化特征　2015 ~2017 年 NO_2 年均浓度分别为 36、35、35 μg/m^3,年均浓度基本不变,说明对机动车管控效果不明显[2]。对 2015 ~2017 年各月市区环境空气自动站监测结果统计看出,NO_2 月均浓度呈现 U 型分布,1 和 12 月较高,7 月最低;各月月均浓度在不同年际间差距较小,见图 3。NO_2 浓度冬季较高与燃煤取暖有关,夏季较低与二次反应较强消耗 NO_x 有关。

对 2017 年监测期间 NO_2 小时值日变化统计,NO_2 日变化存在“单峰单谷”趋势,日峰值出现在 7 ~8 时 45 μg/m^3,谷值出现在 14 时18 μg/m^3,夜间 20 时到凌晨 3 时 NO_2 小时浓度始终维持较高水平 40 ~42 μg/m^3,见图4。NO_2 浓度日变化规律

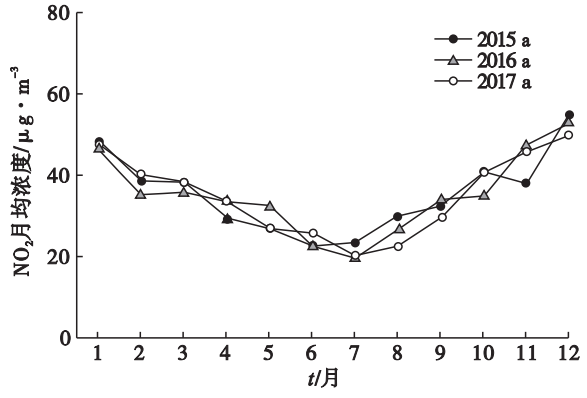

图 3　NO_2 浓度月变化

与交通早晚高峰及 O_3 的生成机制有关,白天特别是 10:00 ~17:00 时段,NO_x 等污染物在较强的太阳辐射下发生光化学反应生成 O_3,NO_x 被消耗,因此 NO_2 浓度在这一时段较低。夜间不利于 NO_2 扩散,使得其在近地层积累。

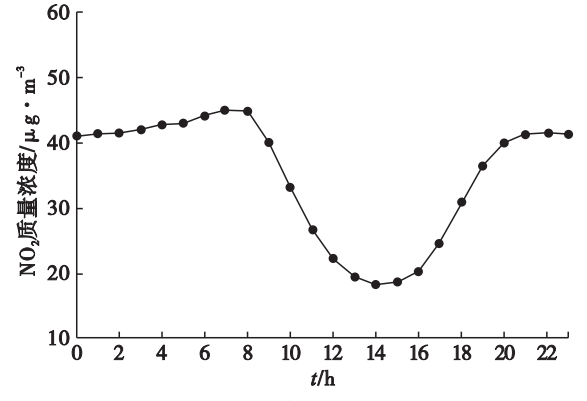

图 4　2015 ~2017 年 NO_2 浓度小时变化

1.2.2　空间变化特征　2017 年各监测点位 NO_2 年均浓度在 34 ~40 μg/m^3 之间。其中朱刘监测站和寒亭监测站较高,均为40 μg/m^3,峡山水库最低25 μg/m^3。朱刘监测站较高与周边工业企业和机动车的排放有关;寒亭监测站则是由于紧邻主干道,机动车排放 NO_x;峡山水库位于风景区,周边工业和机动车排放源较少,故而 NO_2 最低,数据来自中国环境监测总站网。

1.3　PM_{10} 浓度时空变化

1.3.1　时间变化特征　2015 ~2017 年 PM_{10} 年均浓度分别为 135、124、119 μg/m^3,均超过《环境空气质量标准》(GB3095—2012)二级标准限值 0.9 倍、0.8 倍、0.7 倍,呈下降趋势,年均浓度下降说明对扬尘管控取得一定效果,PM_{10} 浓度依然较高[3],扬尘污染仍不容忽视。

2015～2017年各月PM_{10}监测结果统计可知，潍坊市PM_{10}月均浓度7和8月较低，1和12月较高，见图5。潍坊市PM_{10}浓度变化呈现出夏季污染较轻、冬季污染较重的变化特征。冬季风速较低、边界层较低等导致污染物易于累积，故PM_{10}浓度较高；春季风速较高，易出现沙尘天气，故春季PM_{10}浓度也相对较高[4]。

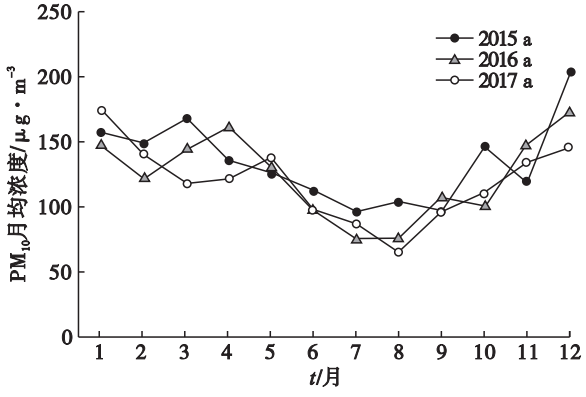

图5 2015～2017年PM_{10}浓度月变化

对2017年PM_{10}小时值进行日变化统计，PM_{10}浓度日变化呈“单峰单谷”分布，日峰值出现在9时，浓度为131 μg/m³，谷值出现在16～17时，浓度为93 μg/m³，见图6。日间PM_{10}浓度在8～13时较高，这主要与人们的生产、生活活动有关。夜间不利于污染物扩散，所以PM_{10}浓度维持在较高水平。

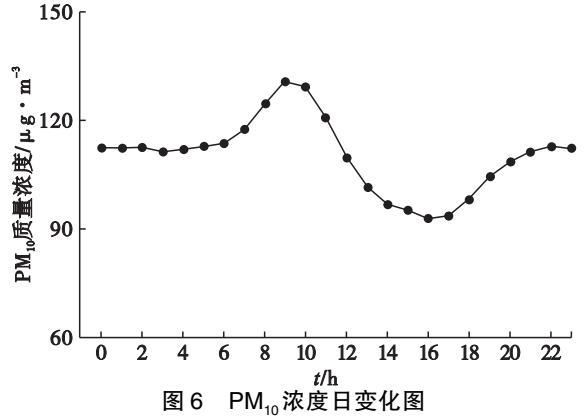

图6 PM_{10}浓度日变化图

1.3.2 空间变化特征 根据2017年各监测点位PM_{10}监测结果统计，潍坊市各监测点位PM_{10}年均浓度在80～125 μg/m³之间。寒亭监测站点位PM_{10}年均浓度最高，与周边建筑施工带来的扬尘有关，峡山水库最低，位于风景区，植被较多，有利于抑制扬尘。

1.4 $PM_{2.5}$的时空变化

1.4.1 时间变化特征 从总站发布数据表明：2015～2017年潍坊市$PM_{2.5}$年均浓度分别为72、64和60 μg/m³，呈逐年下降趋势，说明对细颗粒物管控取得一定效果。年均浓度分别超标《环境空气质量标准：GB3095—2012》二级标准1.1倍、0.8倍和0.7倍，说明细颗粒物污染不容忽视[5-7]。

从2015～2017年各月份$PM_{2.5}$浓度变化可知，1和12月月均浓度较高，7和8月月均浓度较低，见图7，呈现夏季污染较轻、冬季污染较重的特点，冬季风速较低、边界层较低等导致污染物易于累积，所以$PM_{2.5}$浓度较高；夏季气象条件较好，污染物易扩散，故$PM_{2.5}$浓度较低。

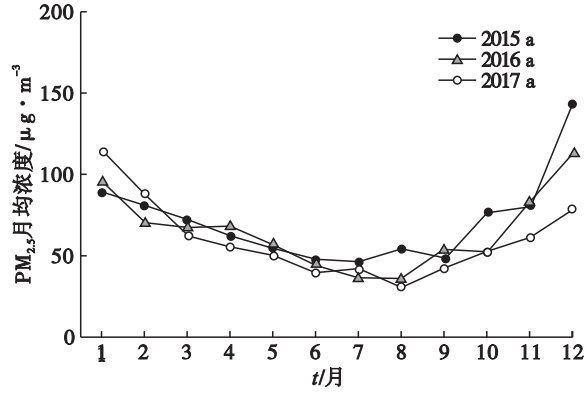

图7 2015～2017年$PM_{2.5}$浓度月变化

对2017年$PM_{2.5}$小时值进行日变化统计，$PM_{2.5}$日变化趋势与PM_{10}类似如图6，呈“单峰单谷”分布，日峰出现在9时72 μg/m³，谷值出现在16～17时，浓度均为46 μg/m³，超过国家环境空气质量日二级标准35 μg/m³，需加强对细颗粒物的控制，见图8。

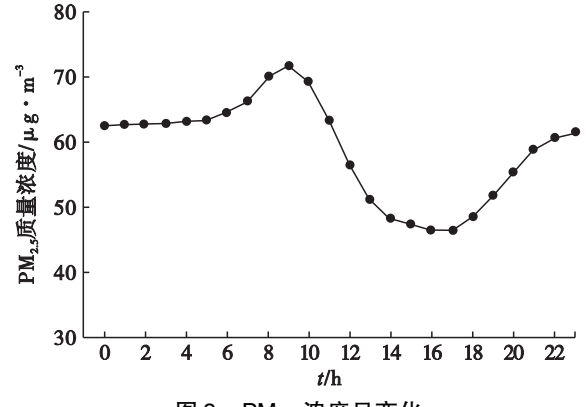

图8 $PM_{2.5}$浓度日变化

1.4.2 空间变化特征 对2017年各监测点位$PM_{2.5}$监测结果进行统计，潍城区监测站$PM_{2.5}$浓

度最高 67 μg/m³,与周边机动车排放有关;鑫汇集团 $PM_{2.5}$ 较高 61 μg/m³ 可能与工业企业燃煤锅炉湿法脱硫排放的硫酸盐有关;峡山水库最低 52 μg/m³,峡山水库位于风景区,周边排放源少。

1.5　臭氧(O_3 -8 h)的时空变化

1.5.1　时间变化特征　2015 ~ 2017 年 O_3 -8 h 年均浓度分别为 119、109、114 μg/m³,均超过了 100 μg/m³,臭氧污染也不容小觑[8]。根据2015 ~ 2017 年 O_3 -8 h 月均浓度变化结果,月均浓度变化呈现“M 型”,峰值出现在 6 和 9 月,1 和 12 月浓度较低,见图 9,夏季较高与较强光化学反应有关,7 ~ 8 月略有下降,与潍坊市 7 ~ 8 月雨季有关,冬季较低则因为光强较弱不利于光化学反应发生。

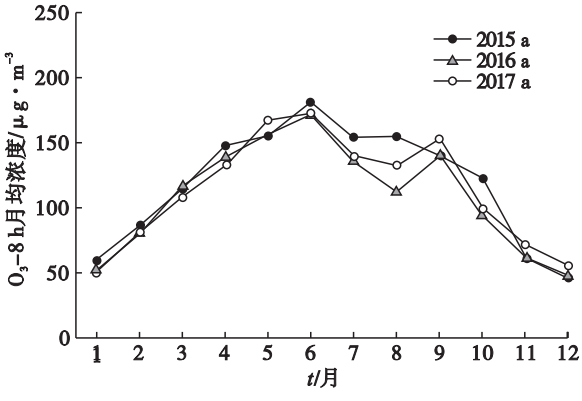

图 9　2015 ~ 2017 年 O_3 -8 h 浓度月际变化

根据 2017 年 O_3 -8 h 小时值日变化曲线,O_3 -8 h 呈现明显的“单峰单谷”分布,峰值出现在 15 时 122 μg/m³,最低值出现在 6 时 36 μg/m³,见图 10。大气中 NO_x 和 TVOCs 在太阳辐射条件下生成 O_3,是 O_3 的前体物,另外 CO 也可以作为 O_3 的前体物。O_3 的日变化特征主要与其前体物有密切关系,白天12 ~ 16时段O_3浓度较高,这是由 NO_x 和 CO 或 VOCs 等在较强的太阳辐射下发生光化学反应生成 O_3 所致。夜间浓度较低,一方面是因为 O_3 的生成速率降低,另一方面 O_3 被高浓度的 NO_x 反应所消耗。

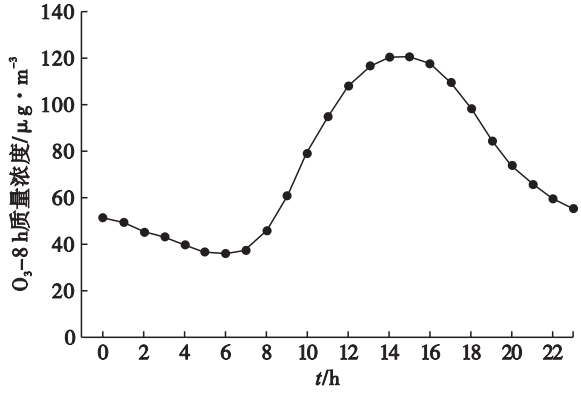

图 10　O_3 -8 h 浓度日变化

1.5.2　空间变化特征　2017 年各监测点位 O_3 -8 h 年均浓度全在 60 μg/m³ 以上,峡山水库最高 81 μg/m³,其余点位 O_3 -8 h 年均浓度相差不大,在 69 ~ 76 μg/m³ 之间。峡山水库位于风景区,植被覆盖率高,植被排放 O_3 的前体物 VOCs 可能会促进臭氧的生成。

1.6　CO 的时空变化

1.6.1　时间变化特征　2015、2016、2017 年 CO 年均浓度分别为 1.00、0.95 和 0.90 mg/m³,呈小幅下降趋势,说明对 CO 的管控作用有效[9]。

2015 ~ 2017 年潍坊市 CO 月均浓度呈“U 型”分布,其中 12 和 1 月较高,6 和 7 月较低,具体见图 11。潍坊市 CO 浓度冬季较高,与燃煤散烧有关;夏季 CO 浓度较低,一是因为排放源较少,二是气象条件有利于污染物的扩散。

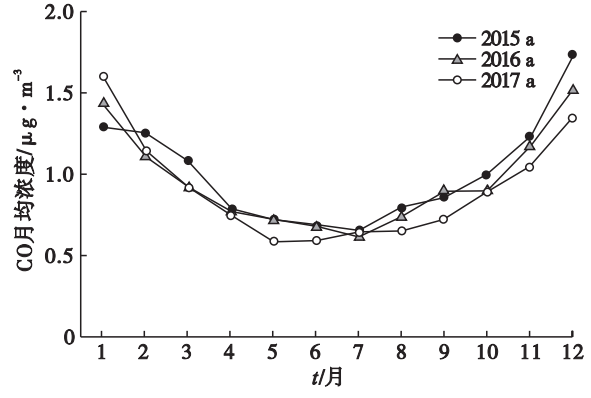

图 11　2015 ~ 2017 年 CO 浓度月际变化

2017 年潍坊市 CO 日浓度变化情况,见图 12,CO 呈明显的“单峰单谷”变化趋势。日峰值出现在 8 时(1.20 mg/m³),谷值出现在 16 时(0.72 mg/m³)。CO 变化规律与早晚交通高峰变化是一致的,这与机动车等污染源的排放、气象条件以及 CO 消除机制有关。

1.6.2　空间变化特征　从潍坊市各监测点位 CO 年均浓度变化结果可知,2017 年潍坊市各监测点位 CO 年均浓度在 0.80 mg/m³ 之上,朱刘监测站最高 1.12 mg/m³,可能与其周边焦化厂的排放有关;坊子邮政最低0.80mg/m³,数据来自中国环

境监测总站网。

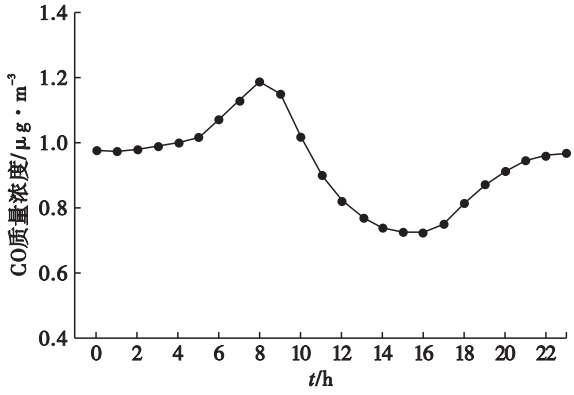

图12 2017年CO浓度日变化

2 特征比值变化分析

2.1 SO_2/NO_2

2015~2017年潍坊市SO_2/NO_2年均比值依次为1.18、1.04和0.70,年均比值逐渐降低,2017年下降幅度较大,说明相对于固定源,移动源排放比重逐渐上升。

对潍坊市2015~2017年月均SO_2/NO_2比值统计,发现1、2和12月SO_2/NO_2比值较高,3~11月比值较为稳定,变化幅度较小,见图13。潍坊市冬季SO_2/NO_2比值较高可能与冬季燃煤取暖有关,其他月份因为移动源和固定源的排放量变化不大,所以SO_2/NO_2比值较为稳定。

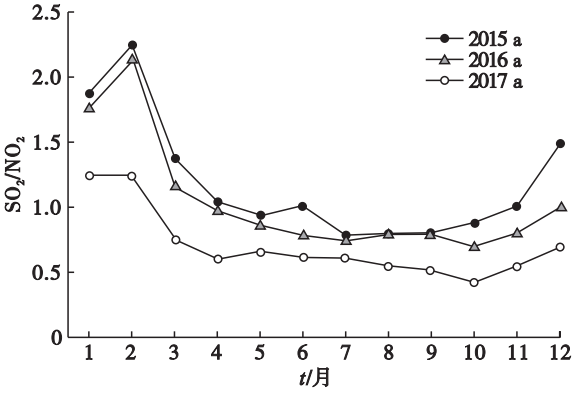

图13 2015~2017年SO_2/NO_2比值月际变化

通过对2017年潍坊市各监测点位SO_2/NO_2比值进行统计,发现峡山水库SO_2/NO_2比值最高(1.46),该点位在风景区,移动源较少;寒亭监测站和鑫汇集团SO_2/NO_2比值较低,分别为0.58和0.73,寒亭监测站SO_2/NO_2比值较低因为紧邻主干道,移动源贡献较大;鑫汇集团SO_2/NO_2比值较低,与工业企业安装了湿法脱硫设施、尚未安装脱硝设施有关,排放的NO_x多于SO_2;另外周边有主干道的潍坊学院SO_2/NO_2比值也较低(0.75),见图14。

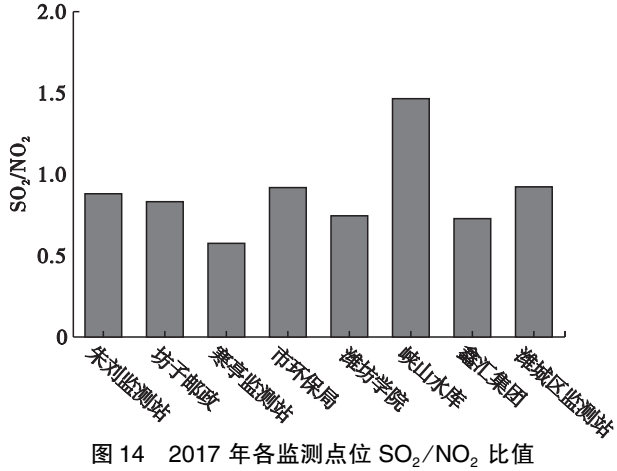

图14 2017年各监测点位SO_2/NO_2比值

2.2 $PM_{2.5}/PM_{10}$

2015~2017年潍坊市$PM_{2.5}/PM_{10}$比值分别为0.52、0.50、0.48,年均比值逐年下降,$PM_{2.5}$在PM_{10}中的平均占比为0.5,说明潍坊市细颗粒物污染和粗颗粒物污染都不容忽视。

按月份对潍坊市2015~2017年$PM_{2.5}/PM_{10}$月均比值分析,1、2和12月$PM_{2.5}/PM_{10}$月均比值较高,5、6月比值较低,见图15。冬季$PM_{2.5}/PM_{10}$比值较高,是雾霾天气高发季节;春季由于易出现沙尘天气,PM_{10}浓度远高于$PM_{2.5}$,所以$PM_{2.5}/PM_{10}$比值较低。

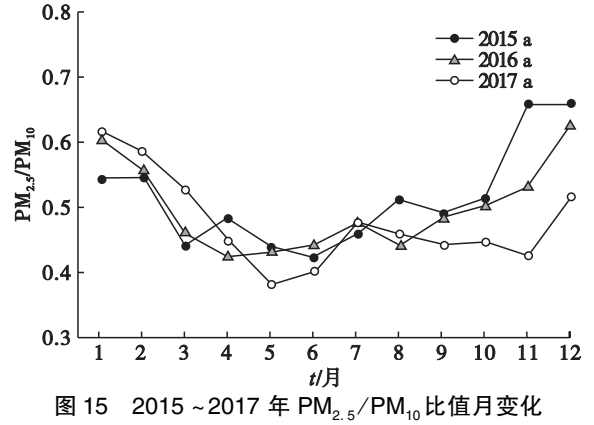

图15 2015~2017年$PM_{2.5}/PM_{10}$比值月变化

通过对比潍坊市2017年各监测点位$PM_{2.5}/PM_{10}$比值可知,峡山水库$PM_{2.5}/PM_{10}$比值最高(0.63),因为该点位周边植被较多,可以防风固沙,有利于降低PM_{10}浓度;坊子邮政和寒亭监测站$PM_{2.5}/PM_{10}$比值较低,均为0.44,见图16。坊子邮

政和寒亭监测站周边存在许多建筑施工工地,建筑施工带来扬尘导致 PM_{10} 升高。

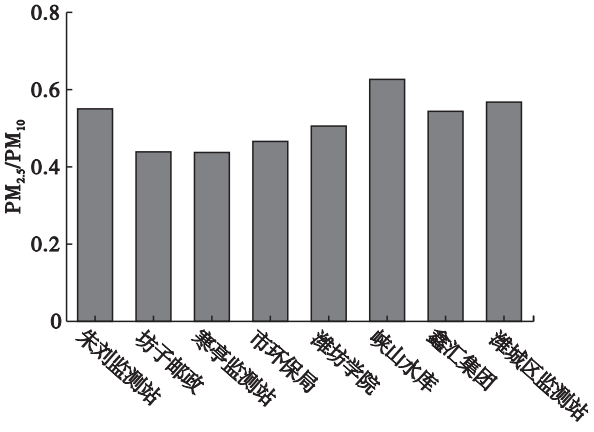

图 16　2017 年各监测点位 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值

3　空气质量现状评价

对潍坊市 2017 年各月份优良天数统计,全年优良天气共 210 d,轻度污染和中度污染天气共 140 d,严重污染和重度污染天气共 15 d,优良天气占比为 57.5%。潍坊市夏季(6 ~ 8 月)优良率最高为 66.1%;秋季(9 ~ 11 月)、春季(3 ~ 5 月)次之,分别为 61.4% 和 61.0 %;冬季(12 ~ 2 月)最低为 48.0%,这主要与潍坊市冬季采暖、气象条件及排放源区域运输影响有关。

4　结论

(1)2017 年,潍坊市 SO_2 平均浓度为 25 μg/m^3,NO_2 平均浓度为 35 μg/m^3,SO_2/NO_2 比值为 0.63。2015 ~ 2017 年潍坊市区环境空气 SO_2 和 NO_2 年均浓度呈下降趋势,均低于国家二级标准,SO_2/NO_2 值呈逐年下降趋势,说明移动源排放的影响比重逐渐上升。

(2)2017 年潍坊市 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 年均浓度分别为 60 和 119 μg/m^3,$PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值为 0.48。二者浓度时间变化规律基本相同,呈现夏季浓度较低、冬季浓度较高季节变化特征。$PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值季节变化明显,春季、夏季较低,冬季较高。冬季由于采暖,导致燃煤排放的细颗粒物增多,$PM_{2.5}$ 的占比升高,是雾霾天气的高发季节。春季 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值最小,这是春季沙尘天气频发所致。2015 ~ 2017 年 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值逐年下降。

(3)2017 年,潍坊市 O_3 - 8 h 年均浓度为 114 μg/m^3,CO 年均浓度为 0.90 mg/m^3。2015 ~ 2017 年潍坊市 CO 年均浓度呈小幅下降趋势,说明对 CO 的管控作用有效;O_3 - 8 h 年均浓度在 109 ~ 119 μg/m^3 之间,臭氧的污染不容忽视。

(4)从空间变化来看,2017 年潍坊市各点位潍城区监测站 31μg/m^3 和昌乐朱刘小学29μg/m^3 SO_2 浓度较高,潍坊学院(19 μg/m^3)和鑫汇集团 20 μg/m^3 较低;NO_2 年均浓度昌乐朱刘小学和寒亭监测站较高均为 40 μg/m^3,峡山水库最低 25 μg/m^3;各点位 PM_{10} 平均浓度寒亭监测站点位最高 125 μg/m^3,峡山水库最低 80 μg/m^3;各监测点位 $PM_{2.5}$ 浓度潍城区监测站最高 67 μg/m^3,峡山水库最低 52 μg/m^3;各点位 O_3 - 8 h 年均浓度全在 60 μg/m^3 以上,峡山水库最高 81 μg/m^3,其余点位浓度相差不大;各点位 CO 年均浓度昌乐朱刘小学最高 1.12 mg/m^3,坊子邮政最低 0.80 mg/m^3。

(5)峡山水库 SO_2/NO_2 比值最高,该点位在风景区,移动源较少;寒亭监测站 SO_2/NO_2 比值较低因为紧邻主干道,移动源贡献较大;鑫汇集团 SO_2/NO_2 比值较低,与工业企业安装了湿法脱硫设施、尚未安装脱硝设施有关;峡山水库 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值最高,因为该点位周边植被较多,有利于降低 PM_{10} 浓度;坊子邮政和寒亭监测站 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值较低,坊子邮政和寒亭监测站周边存在许多建筑施工工地扬尘导致 PM_{10} 升高。

参 考 文 献

[1]国家环境保护部科技标准司. 环境空气质量标准:GB 3095 - 2012[S]. 北京:中国环境科学出版社,2012.
[2]郑晓霞,李令军,赵文吉,等. 北京津冀地区大气 NO_2 污染特征研究[J]. 生态环境,2014(12):1938 - 1945.
[3]杨文涛,姚诗琪,邓　敏,等. 北京市 $PM_{2.5}$ 时空分布特征及其与 PM_{10} 关系的时空变异特征[J]. 环境科学,2018,39(2):684 - 690.
[4]董娅玮,杜新黎,李扬扬,等. 西安市区大气中 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 质量浓度污染特征[J]. 中国环境监测,2015,31(5):45 - 49.
[5]潘本锋,郑皓皓,李莉娜,等. 空气自动监测中 $PM_{2.5}$ 与 PM_{10} "倒挂"现象特征及原因[J]. 中国环境监测,2014,30(5):90 - 95.
[6]邱玉瑾,邱玉珺. 我国西北典型大城市大气可吸入颗粒物浓度分布特征[J]. 中国环境监测,2010,26(3):65 - 68.
[7]包　贞,冯银厂,焦　荔,等. 杭州市大气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 污染特征及来源解析[J]. 中国环境监测,2010,26(2):44 - 48.
[8]吴嘉荣,黄小燕. 泉州市区臭氧浓度变化特征分析及控制措施[J]. 海峡科学,2006(7):40 - 41.
[9]汪　浩,陈操操,潘　涛,等. 京津冀区域生产和消费 CO_2 排放的时空特点分析[J]. 环境科学,2014,35(9):3619 - 3631.