

济宁市 2014 - 2017 年空气质量分析*

刘思彤¹▲ 张明月¹▲ 张启明²▲ 梁岩冉¹▲ 王文军³ 张璟³△

(¹ 济宁医学院护理学院; ² 济宁医学院临床医学院; ³ 济宁医学院公共卫生学院, 济宁 272067)

摘要 目的 评价济宁市 2014 - 2017 年空气质量现状及主要污染物的变化趋势, 为评估本地区大气污染治理效果, 进一步提出治理措施提供依据。**方法** 通过中华人民共和国环境保护部环境空气质量实时发布系统收集济宁市 2014 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 及 CO 的 24h 平均浓度, O₃ 日最大 8h 平均浓度及空气质量指数(AQI)。**结果** 济宁市 2014-2017 年 AQI 分布以良(665d, 45.5%)和轻度污染(495d, 33.9%)为主; 冬季的首要污染物为 PM_{2.5}, 主要分布在 1~3 月和 11~12 月, 以 1 月和 12 月最高; 夏季的首要污染物为 O₃, 主要分布在 4~10 月, 以 6 月份最高; PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂ 和 NO₂ 的年平均浓度呈现逐年下降趋势, 年降低率分别为 13.5%、10.0%、28.2% 和 4.2%; 2015-2017 年, CO 年降低率为 9.6%; O₃ 在 2014 - 2016 年呈现下降趋势, 但 2017 年较上一年升高 14.8%; 济宁市主要大气污染物均呈现明显的季节分布特点, PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂、CO 冬季浓度较高, 夏季较低; O₃ 冬季浓度低, 夏季浓度较高。**结论** 近年来济宁市大气污染治理取得一定成效, 仍应加强冬季对 PM_{2.5} 和夏季对 O₃ 的控制。

关键词 大气污染物; AQI; 变化趋势

中图分类号: R122.7 文献标识码: A 文章编号: 1000-9760(2018)10-335-05

Analysis on the status of air quality in Jining from 2014 to 2017

LIU Sitong¹▲, ZHANG Mingyue¹▲, ZHANG Qiming²▲, LIANG Yanran¹▲, WANG Wenjun³, ZHANG Jing³△

(¹ School of Nursing, Jining Medical University; ² School of Clinical Medicine, Jining Medical University;

³ School of Public Health, Jining Medical University, Jining 272067, China)

Abstract; Objective To evaluate the status of air quality and the variation trend of main air pollutants of Jining from 2014 to 2017, and assess the regional air pollution control to provide basis for further treatment measurements. **Methods** The 24-hour average concentration of PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, maximum 8-hour daily average concentration of O₃ and air quality index (AQI) of Jining were collected from the real-time release system of environmental air quality issued by the Ministry of Environmental Protection of China from January 1, 2014 to December 31, 2017. **Results** The AQI for most days in Jining were good (665 days, 45.5%) and light pollution (495 days, 33.9%). PM_{2.5} was the primary pollutant in winter which mainly distributed in January-March and November-December, with the highest concentration in January and December. In summer from April to October, O₃ was the primary pollutant and highest in June. The average annual concentration of PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, and NO₂ declined steadily by 13.5%, 10.0%, 28.2%, and 4.2% yearly, and that of CO declined by 9.6% yearly from 2015 to 2017. Though the annual concentration of O₃ with a downward trend from 2014 to 2016, it increased by 14.8% in 2017. From 2014 to 2017, the main air pollutants showed apparent seasonal variation in Jining, with the concentration of PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, and CO highest in winter and lowest in summer, and O₃ lowest in winter and highest in summer. **Conclusion** The treatments for air pollution control in Jining has achieved some results. More efforts should be done to decline the PM_{2.5} in win-

* [基金项目] 济宁医学院大学生科研项目 (JYXS2017KJ004); 山东省卫计委项目 (2013WS0334)

△ [通信作者] 张璟, E-mail: zhangj1976@163.com

▲ 刘思彤, 张明月, 梁岩冉, 济宁医学院护理学院 2015 级学生

张启明, 济宁医学院临床医学院 2015 级学生

ter and O₃ in summer.

Keywords: Air pollutants; Air quality index; Trend

大气污染作为我国的主要环境污染因素之一,其对人体健康尤其是呼吸系统和心血管疾病有着显著的影响^[1]。不同国家或地区的大气污染特征与当地能源消费结构密切相关。随着雾霾逐渐成为全球现象,大气污染问题越来越成为国际社会关注的焦点环境问题。2016 年第二届联合国环境大会的报告指出,环境恶化可以导致人们过早死亡,全球 1/4 的死亡人数与环境污染有关,每年世界各地由于空气污染引起的死亡人数达到 700 万人,大气污染已成为全球范围内对人类健康威胁最大的环境问题,采取行动改善大气质量迫在眉睫^[2]。近年来我国多次爆发大面积雾霾事件,引起政府的高度重视和社会的密切关注。国内外学者进行的大量研究也显示,大气污染造成的经济损失数额庞大^[3-8]。

为了解 2014 - 2017 年济宁市空气质量状况及主要大气污染物浓度的变化趋势,我们对逐日大气污染物数据进行分析,为城市大气污染治理和进一步研究大气污染对人群健康的影响提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究地区

济宁市位于山东省西南部,面积 1.1 万平方公里,矿产资源丰富,是山东省重要的煤炭能源基地和农副产品生产基地。2017 年地区国民生产总值 4650.6 亿元,常住人口 835 万人,人口密度 759 人/平方公里。

1.2 大气污染监测数据来源

通过中华人民共和国环境保护部环境空气质量实时发布系统,收集济宁市 2014 年 1 月 1 日 - 2017 年 12 月 31 日大气污染物数据,包括每日 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 及 CO 的 24h 平均浓度, O₃ 日最大 8h 平均浓度及空气质量指数 (air quality index, AQI)。

1.3 评价指标

1.3.1 大气污染物浓度评价 根据我国《环境空气质量标准》(GB3095-2012)^[9]中的二类区域浓度

限值,对各大气污染物浓度进行评价。

1.3.2 月空气质量指数 参照《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》(HJ633-2012A)^[10],计算济宁市 2014 年 1 月 - 2017 年 12 月逐月空气质量综合指数 (air quality composite index, C_{AQI})。以每月 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 24h 平均浓度的均值, CO 24h 平均浓度的第 95 百分位浓度, O₃ 日最大 8h 平均浓度的第 90 百分位浓度,计算每月各污染物对应的空气质量分指数 (individual air quality index, IAQI),以最大 IAQI 为当月 C_{AQI}, IAQI 最大的污染物为当月首要污染物。

1.4 统计学分析

采用 Excel 2016 建立济宁市大气污染物逐日数据库, SPSS19.0 完成所有资料的整理分析。

2 结果

2.1 济宁市 2014 - 2017 年 AQI 分布状况

2.1.1 济宁市 2014 - 2017 年日 AQI 分布状况 结果显示,2014 - 2017 年济宁市 AQI 以良为主,共 665d (45.5%);其次为轻度污染,495d (33.9%)。2014 - 2017 年每年空气质量优良的天数依次为 120d、163d、206d 和 212d。详见表 1。

表 1 2014 - 2017 年济宁市不同空气质量指数类别分布 (d/%)

年份	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染	合计
2014	3/0.8	117/32.1	170/46.6	44/12.1	22/6.0	9/2.5	365
2015	9/2.5	154/42.2	131/35.9	41/11.2	29/7.9	1/0.3	365
2016	13/3.6	193/52.7	98/26.8	41/11.2	15/4.1	6/1.6	366
2017	11/3.0	201/55.1	96/26.3	45/12.3	10/2.7	2/0.5	365
合计	36/2.5	665/45.5	495/33.9	171/11.7	76/5.2	18/1.2	1461

2.1.2 济宁市 2014 - 2017 年月 AQI 分布状况

2014 - 2017 年济宁市月 C_{AQI} 范围为 67 ~ 202,首要污染物主要为 PM_{2.5} 和 O₃。冬季的首要污染物为 PM_{2.5},对应 C_{AQI} 以 1 月和 12 月最高;夏季首要污染物为 O₃,以 6 月份最高。详见表 2。

表 2 2014 - 2017 年济宁市空气质量综合指数及首要污染物月份分布

月份	2014 年		2015 年		2016 年		2017 年	
	C _{AQI}	首要污染物						
1	202	PM _{2.5}	136	PM _{2.5}	196	PM _{2.5}	126	PM _{2.5}
2	145	PM _{2.5}	114	PM _{2.5}	127	PM _{2.5}	107	PM _{2.5}
3	123	PM _{2.5}	103	PM ₁₀	96	PM _{2.5}	82	O ₃
4	110	PM _{2.5}	107	O ₃	104	O ₃	98	O ₃
5	137	O ₃	149	O ₃	120	O ₃	168	O ₃
6	166	O ₃	168	O ₃	135	O ₃	194	O ₃
7	141	O ₃	134	O ₃	121	O ₃	137	O ₃
8	134	O ₃	122	O ₃	104	O ₃	140	O ₃
9	106	O ₃	110	O ₃	124	O ₃	148	O ₃
10	107	O ₃	142	PM _{2.5}	67	O ₃	88	O ₃
11	130	PM _{2.5}	133	PM _{2.5}	90	PM _{2.5}	87	PM ₁₀
12	121	PM _{2.5}	181	PM _{2.5}	167	PM _{2.5}	129	PM _{2.5}

2.2 济宁市大气污染物浓度变化趋势分析

2.2.1 济宁市大气污染物年平均浓度分布 2014 - 2017 年, 济宁市大气污染物除 O₃ 外, PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 和 CO 的年平均浓度基本呈逐年下降趋势。其中 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂ 和 NO₂ 的下降趋势呈线性或近似线性, 其年降低率分别为 13.5%、10.0%、28.2% 和 4.2%。CO 浓度在 2015 年最高, 后逐年下降, 2015 - 2017 年年平均降低率为 9.6%。O₃ 浓度在 2014 - 2016 年亦呈现下降趋势; 但 2017 年其年平均浓度较 2016 年升高 14.8%。6 种大气污染物年平均浓度变化趋势见图 1。

2.2.2 济宁市大气污染物月平均浓度变化趋势

济宁市大气污染物浓度呈现明显的季节变化趋势。其中, PM_{2.5} 月平均浓度为 31 ~ 152 μg/m³, 最高值出现在 2014 年 1 月, 最低值出现在 2017 年 6

月; PM₁₀ 月平均浓度为 63 ~ 260 μg/m³, 最高值出现在 2014 年 1 月, 最低值出现在 2016 年 8 月; SO₂ 月平均浓度为 15 ~ 132 μg/m³, 最高值出现在 2014 年 1 月, 最低值出现在 2017 年 7 月; NO₂ 月平均浓度为 19 ~ 66 μg/m³, 最高值出现在 2015 年 12 月, 最低值出现在 2016 年 7 月; CO 月平均浓度范围为 0.8 ~ 1.9 μg/m³, 最高值出现在 2017 年 1 月, 最低值出现在 2016 年 7 月、2017 年 5 月和 6 月。PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 和 CO 的月平均浓度均表现为冬季较高, 夏季较低的趋势。O₃ 月平均浓度为 32 ~ 201 μg/m³, 最高值出现在 2017 年 6 月, 最低值出现在 2015 年 12 月, 其具有冬季浓度低, 夏季浓度较高的特点。见图 2。

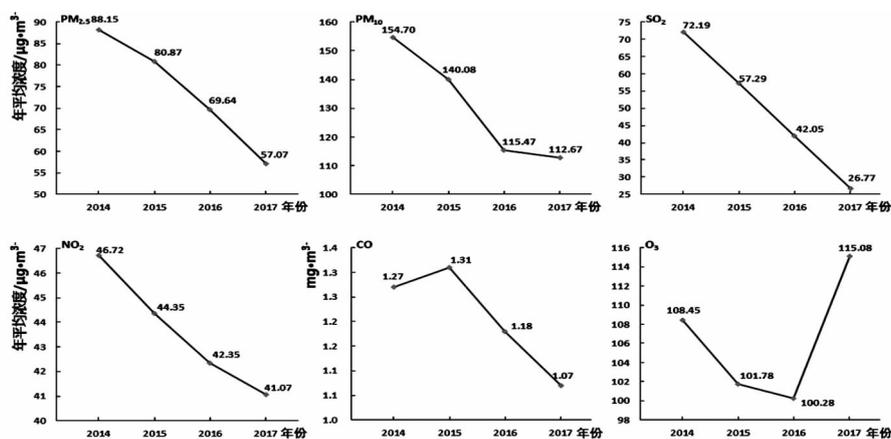


图 1 2014 - 2017 年济宁市大气污染物年平均浓度变化趋势

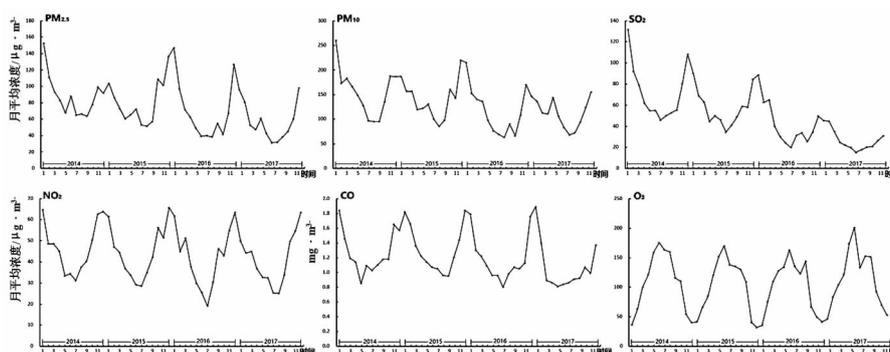


图2 济宁市 2014-2017 年大气污染物月平均浓度变化趋势图

3 讨论

济宁市位于山东省西南部,地貌以平原洼地为主,属于暖温带季风季候,四季分明,夏季多偏南风,冬季多偏北风。矿产资源尤其以煤储量最丰富,是全国重点开发的八大煤炭基地之一,亦是山东省六大工业城市之一。历年来,济宁市的大气污染问题较为严重,曾多次爆发雾霾事件,2012 年国内城市空气污染指数排行榜中,济宁排第四位,空气污染程度仅次于乌鲁木齐、兰州和延安。近年来,济宁市政府采取系列措施推进大气污染综合治理,2016 年 8 月 31 日第十六届人民代表大会通过了《济宁市大气污染防治条例》,是济宁市首部实体性环境保护地方法规;开发了济宁市空气质量预报和重污染应急管理评估系统,在乡镇和化工园区建立空气自动监测站 126 个;对全市 49 家煤矿安设防风抑尘网,关停污染严重的经营性储煤场和混凝土生产企业 700 余家;推广使用清洁煤,完成燃煤机组的超低排放改造和对燃煤小锅炉进行取缔或清洁能源改造等,空气质量不断提升,2017 年大气环境质量改善居山东省第一位。

本文结果显示,2014-2017 年济宁市空气质量优良的天数分别为 120d、163d、206d 和 212d,“蓝天白云,繁星闪烁”天数逐年增加。冬季仍是济宁市空气质量最差的季节,2014-2017 年济宁市有 18d 为空气质量严重污染,其中 12d 发生在 1 月和 12 月。 $PM_{2.5}$ 是冬季的主要污染物,主要来源于煤炭燃烧,工业生产、机动车尾气和扬尘^[11]。济宁市主要大气污染物浓度均呈现明显的季节趋势, $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 和 CO 以冬季浓度最高,春秋季节次之,夏季浓度最低,主要与冬季采暖燃煤量增加,气温降低导致的汽车尾气排放增加,而地面逆温不利于大气污染物扩散有关。 O_3 是夏季的主要

大气污染物,由空气中的氮氧化物和挥发性有机物在高温、光照条件下通过光化学反应生成。由于夏季气温较高,太阳辐射强,易导致 O_3 浓度较高。

近年来,济宁市主要大气污染物,除 O_3 外,均呈现逐年下降趋势。年降低率最高的是 SO_2 (28.2%),有研究对全世界 100 多个大城市空气质量数据进行分析,显示 SO_2 在全世界均呈现下降趋势^[12-13];我国自 2000 年以来,也采取一系列措施,如新建火力发电厂需安装烟气脱硫脱硝装置;增加洗煤降硫等,降低 SO_2 的大气排放,2005-2010 年我国 SO_2 排放量降低 14.29%^[14]。 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 和 NO_2 的年降低率分别为 13.5%、10.0% 和 4.2%

综上所述,本文对 2014-2017 年济宁市主要大气污染物的变化趋势进行了分析,结果显示济宁地区空气质量状况逐年好转。相关部门可根据大气污染物的季节分布特点,结合地区工业结构特点,制定合理有效的防治措施,守护蓝天白云。

参考文献:

- [1] 秦萌,陈英,李敬芝,等.上海市奉贤区主要大气污染物对人群呼吸系统急性健康效应的影响[J].东南大学学报(医学版),2017,36(2):197-202.
- [2] Kuehn BM. WHO: More than 7 million air pollution deaths each year[J]. JAMA, 2014, 311(15):1486. DOI:10.1001/jama.2014.4031.
- [3] 胡雁.青州市大气污染对人体健康经济损失评估[J].中国公共卫生,2003,19(8):940-941.
- [4] 张秉玲,牛静萍,曹娟,等.兰州市大气污染与居民健康效应的时间序列研究[J].环境卫生学杂志,2011,(2):1-6.
- [5] 赵越.大气污染对城市居民的健康效应及经济损失研究[D].北京:中国地质大学,2007.
- [6] 王鹏.哈尔滨市大气颗粒物污染危害健康的经济损失研究[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2015.

[7] Yin H, Pizzol M, Xu L. External costs of PM2.5 pollution in Beijing, China: Uncertainty analysis of multiple health impacts and costs[J]. *Environ Pollut*, 2017, 226: 356-369. DOI:10.1016/j.envpol.2017.02.029.

[8] 吴俊,陈晓东,周连,等.南京市某区大气中PM2.5污染状况及变化趋势分析[J]. *环境卫生学杂志*, 2013, (2):77-79,83.

[9] 环境保护部.国家质量监督检验检疫总局.环境空气质量标准(GB3095-2012)[S].北京:中国标准出版社,2012.

[10] 环境保护部.环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)(HJ633-2012A)[S].北京:中国标准出版社,2012.

[11] Tian YZ, Wu JH, Shi GL, et al. Long-term variation of the levels, compositions and sources of size-resolved particulate matter in a megacity in China[J]. *Sci Total Environ*, 2013, 463-464:462-468. DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.06.055.

[12] Baldasano JM, Valera E, Jiménez P. Air quality data from large cities[J]. *Sci Total Environ*, 2003, 307(1-3):141-165. DOI:10.1016/S0048-9697(02)00537-5.

[13] Jamaati H, Attarchi M, Hassani S, et al. Investigating air quality status and air pollutant trends over the Metropolitan Area of Tehran, Iran over the past decade between 2005 and 2014[J]. *Environmental Health and Toxicology*, 2018, 33(2): e2018010. DOI: 10.5620/eh.t.2018010.

[14] Wang S, Hao J. Air quality management in China: issues, challenges, and options[J]. *J Environ Sci (China)*, 2012, 24(1): 2-13. DOI: 10.1016/s1001-0742(11)60724-9.

(收稿日期 2018-09-03)

(本文编辑:石俊强)

(上接第 334 页)管分布区隐源性脑梗死,要高度警惕,可能预示着潜在肿瘤,应进一步查找,及早干预。

参考文献:

[1] Kim SJ, Park JH, Lee MJ, et al. Clues to occult cancer in patients with ischemic stroke [J]. *PLoS One*, 2012, 7(9): e44959. DOI:10.1371/journal.pone.0044959.

[2] Schwarzbach CJ, Schaefer A, Ebert A, et al. Stroke and cancer: the importance of cancer-associated hypercoagulation as a possible stroke etiology[J]. *Stroke*, 2012, 43(11): 3029-3034. DOI: 10.1161/STROKEAHA.112.658625.

[3] Rickles FR, Edwards RL. Activation of blood coagulation in cancer: Trousseau's syndrome revisited [J]. *Blood*, 1983, 62(1): 14-31.

[4] 汪斌超. Trousseau 综合征[J]. *中华内科杂志*, 2003, 42(1): 65-67.

[5] Matsumoto N, Fukuda H, Handa A, et al. Histological examination of trousseau syndrome-related thrombus retrieved through acute endovascular thrombectomy: report of 2 cases[J]. *Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25(12): e227-e230. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.08.041.

[6] Hong CT, Tsai LK, Jeng JS. Patterns of acute cerebral infarcts in patients with active malignancy using diffusion-weighted imaging [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2009, 28(4): 411-416. DOI:10.1159/000235629.

[7] 黄刚,袁敏,项正兵,等.以多发性急性脑梗死为表

现的 Trousseau 综合征临床及影像学特点分析[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2017, 34(9): 797-800.

[8] 张华纲,张新宇,樊东升.急性双侧前后循环脑梗死与恶性肿瘤[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2015, 32(7): 627-630.

[9] Nam KW, Kim CK, Kim TJ, et al. D-dimer as a predictor of early neurologic deterioration in cryptogenic stroke with active cancer[J]. *Eur J Neurol*, 2017, 24(1): 205-211. DOI:10.1111/ene.13184.

[10] Lee AY. Cancer and thromboembolic disease: pathogenic mechanisms [J]. *Cancer Treat Rev*, 2002, 28(3): 137-140.

[11] Kim SG, Hong JM, Kim HY, et al. Ischemic stroke in cancer patients with and without conventional mechanisms: a multicenter study in Korea [J]. *Stroke*, 2010, 41(4): 798-801. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.571356.

[12] Seok JM, Kim SG, Kim JW, et al. Coagulopathy and embolic signal in cancer patients with ischemic stroke [J]. *Ann Neurol*, 2010, 68(2): 213-219. DOI: 10.1002/ana.22050.

[13] Dirix LY, Salgado R, Weytjens R, et al. Plasma fibrin D-dimer levels correlate with tumour volume, progression rate and survival in patients with metastatic breast cancer [J]. *Br J Cancer*, 2002, 86(3): 389-395. DOI: 10.1038/sj.bjc.6600069.

(收稿日期 2018-05-27)

(本文编辑:甘慧敏)