

Comparative Analysis of Air Pollution Characteristics in Ningxia from 2015 to 2017

Rong Qin, Hongqiang Wang*

School of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi
Email: *sjhjgc@163.com

Received: Dec. 1st, 2019; accepted: Dec. 17th, 2019; published: Dec. 24th, 2019

Abstract

Taking the air quality index (AQI) as the research object, the air quality of Wuzhong City, Guyuan City, Shizuishan City, Zhongwei City and Yinchuan City in Ningxia Hui Autonomous Region was analyzed. The results showed that Guyuan had the best air quality rate, followed by Zhongwei City, Wuzhong City, Yinchuan City and Shizuishan City. According to the seasonal distribution, the pollution was concentrated in winter and reached the highest value in December and January in 2015~2017; the backward trajectory of serious pollution mainly came from the northwest, followed by the southwest.

Keywords

AQI, Ningxia, Air Pollution

2015~2017年宁夏空气污染特征对比分析

覃蓉, 王洪强*

桂林理工大学环境科学与工程学院, 广西 桂林
Email: *sjhjgc@163.com

收稿日期: 2019年12月1日; 录用日期: 2019年12月17日; 发布日期: 2019年12月24日

摘要

以空气质量指数(AQI)为研究对象, 对宁夏回族自治区吴忠市、固原市、石嘴山市、中卫市及银川市空气
*通讯作者。

质量进行分析, 结果表明: 空气良好率最好的是固原, 其后依次为中卫、吴忠、银川、石嘴山; 从季节分布来看, 污染集中在冬季, 12月、1月污染物达到最高值; 2015~2017年严重污染时后向轨迹主要来源于西北地区, 其次是西南地区。

关键词

AQI, 宁夏, 空气污染

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

大气污染是指由于人类活动或自然过程引起某些物质进入大气中, 呈现出足够的浓度, 达到足够的时间, 并因此危害了人类的舒适、健康和福利或环境的现象[1]。主要的污染来源有日常生活及生产活动、交通运输、建筑施工和工业, 其中, 工业的发展是近年来导致大气污染最主要的污染原因[2]。随着城市的工业发展, 市区的空气污染危及人体健康和生态环境, 已经成为不可忽视的问题。大气污染物对人体的危害是多方面的, 主要表现为呼吸道疾病与生理机能障碍, 眼鼻等粘膜组织受到刺激而患病, 以及肺气不足导致体力下降等[3]。研究并尽快提升空气质量是目前我国面临的重要环境问题。

近年来, 已经有不少学者就宁夏大气质量做过研究。金鑫[4]分析了银川市 2001~2009 年间大气环境及植被变化, 除了城市化进程的影响, 气候变化也是一个很重要的因素。熊伟等[5]统计了银川市空气中主要的污染物 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、二氧化硫、氮氧化物、卤素化合物及酸雨等连续四年的空气监测数据, 并就宁夏的污染状况进行了分析研究, 指出宁夏回族自治区首府银川和其他各大城市同样面临着空气污染问题。马万庆等[6]指出导致宁夏空气质量下降的原因是因为贺兰山的阻挡, 山谷效应不利于大气污染物的扩散和稀释。陈月霞等[7]以 2009 年石嘴山市的环境空气质量自动监测系统获取的监测结果为支撑, 阐明石嘴山的主要污染物二氧化硫、二氧化碳、 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 的逐月变化特征, 分析污染物浓度与环境温度的关系, 污染物浓度具有冬强夏弱的变化规律, 而气温与污染物浓度具有较好的负相关。马筛艳等[8]分析了银川市 2000~2012 年 PM_{10} 浓度年、季、月及日变化特征, PM_{10} 空气污染指数、优良率等的变化特征, 用同期气象资料分析了气温、气压、降水、相对湿度、风向、风速等气象要素如何影响 PM_{10} 浓度的变化, 从定性和定量上给出各气象因子与 PM_{10} 浓度的统计关系。钟艳霞等[9]对“九五”期间银川市的大气污染进行了原因分析, “九五”期间银川市主要的污染原因是工业的发展, 总悬浮颗粒物连续 6 年超标, 说明宁夏市的大气环境在日渐变坏。张卫红等[10]对 2013~2015 年银川市的空气污染情况进行了研究, 发现 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 是主要的大气污染物。姜玲等[11]也得出银川市的最主要的大气污染是 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 。刘亚琼等[12]研究了银川市和石嘴山市环境空气质量变化规律及污染特征, 表明冬季及春季的大气污染明显比夏季和秋季恶劣。杨齐星等[13]就大气污染问题进行了原因、防治对策的探讨。

以上文献为研究分析宁夏 5 座城市的空气质量提供很重要的支撑, 但是对大气污染的研究仍然任重而道远。这也看出大气污染已经严重影响我们的生活, 对环境空气的治理迫在眉睫。本文以空气质量指数(AQI)为分析对象, 对宁夏回族自治区的吴忠市、固原市、石嘴山市、中卫市及银川市的空气质量进行分析, 以为宁夏空气质量的综合防治提供参考。

2. 数据处理

数据基于中国空气质量在线监测分析平台(<https://www.aqistudy.cn/>), 该平台每小时公布一次空气污染状况数据, 包括 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、CO、 NO_2 、 O_3 和 SO_2 的小时平均值, 公布的数据包括宁夏回族自治区内银川、固原、吴忠、中卫和石嘴山市 5 座城市(观测点分布如图 1), 本研究统计的时段为 2015 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日, 并基于日平均值进行统计, 需要说明的是, 数据首先剔除了异常值 0。



Figure 1. Distribution of observation points
图 1. 观测点分布图

2012 年上半年出台规定, 将用空气质量指数(AQI)替代原有的空气污染指数(API)。本文用空气污染指数表示大气污染程度。AQI, 是根据环境空气质量标准和各项污染物对人体健康、生态、环境的影响, 将常规监测的几种空气污染物浓度简化成为单一的概念性指数值形式, 它将空气污染程度和空气质量状况分级表示, 适合于表示城市的短期空气质量状况和变化趋势[14]。参与空气质量评价的主要污染物为细颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化氮、臭氧、一氧化碳等六项。空气污染指数的取值范围定为 0~500, 其中 0~50、51~100、101~200、201~300 和大于 300, 分别对应国家空气质量标准中日均值的 I 级、II 级、III 级、IV 级和 V 级标准的污染物浓度限定数值, I 级, 空气质量评估为优, 对人体健康无影响; II 级, 空气质量评估为良, 对人体健康无显著影响; III 级, 为轻度污染, 健康人群出现刺激症状; IV 级, 中度污染, 健康人群普遍出现刺激症状; V 级, 严重污染, 健康人群出现严重刺激症状[15]。

3. 结果与讨论

3.1. 年际变化特征

表 1 给出了 2015~2017 年宁夏回族自治区 5 座城市各级空气质量级别所占的天数及良好率分布, 统

计结果表明, 吴忠平均每年处于 I 级和 II 级的天数为 287 d, 一年中有 79 d 在 II 级以上, 表明空气受到污染; 固原平均每年处于 I 级和 II 级的天数为 327 d, 一年中有 38 d 在 II 级以上, 污染天数低于吴忠; 石嘴山平均每年处于 I 级和 II 级的天数为 251 d, 一年中有 116 d 在 II 级以上, 污染天数在 5 座城市中最大; 中卫平均每年处于 I 级和 II 级的天数为 289 d, 一年中有 76 d 在 II 级以上, 污染天数略低于吴忠; 银川平均每年处于 I 级和 II 级的天数为 263 d, 一年中有 102 d 在 II 级以上, 污染天数次于石嘴山。相对应的平均空气质量良好率最高的是固原, 为 89.51%, 中卫和吴忠次之, 分别为 79.11% 和 78.38%, 银川为 71.99%, 最差为石嘴山 68.61%, 除了银川市, 其他四市的最高良好率均在 2017 年, 说明空气质量得到改善。银川市良好率呈下降趋势, 可能与城市发展和城市人口有关。

Table 1. Distribution of days and good rates of air quality at all levels in five cities from 2015 to 2017

表 1. 2015 年~2017 年 5 座城市各级空气质量级别所占的天数和良好率分布

	吴忠	固原	石嘴山	中卫	银川
2015 年(一级/d)	36	47	12	12	18
2016 年(一级/d)	35	44	23	20	10
2017 年(一级/d)	36	43	12	49	17
均值(一级/d)	36	45	16	27	15
2015 年(二级/d)	199	229	189	229	222
2016 年(二级/d)	246	274	219	268	249
2017 年(二级/d)	307	344	297	289	273
均值(二级/d)	251	282	235	262	248
2015 年(二级以上/d)	71	30	105	65	66
2016 年(二级以上/d)	85	48	124	78	107
2017 年(二级以上/d)	81	37	115	86	134
均值(二级以上/d)	79	38	115	76	102
2015 年(良好率/%)	76.80	90.20	65.69	78.76	78.43
2016 年(良好率/%)	76.78	86.89	66.12	78.69	70.77
2017 年(良好率/%)	80.90	91.27	72.88	79.72	68.40
均值(良好率/%)	78.38	89.51	68.61	79.11	71.99

图 2 为 2015 年~2017 年吴忠、固原、石嘴山、中卫、银川 5 座城市 AQI 年均值变化趋势。由图 2 可见, 吴忠、固原、石嘴山、中卫 4 个城市的空气质量范围为 76.23~98.51, 总体呈下降趋势。银川市 AQI 波动较大, 2015 年空气质量最好, 2016 年空气质量最差, 总体呈先上后下降趋势。

3.2. 月、季节变化特征

根据宁夏回族自治区气候特征, 将一年四季划分为: 3~5 月为春季, 6~8 月为夏季, 9~11 月为秋季, 12 月到次年 2 月为冬季, 2017 年冬季是 2017 年 12 月和 2018 年 1 月、2 月[16]。将吴忠、固原、石嘴山、中卫和银川的季节平均 AQI 绘于图 3。由图 3 可以看出, 吴忠、固原、石嘴山、中卫、银川 AQI 具有明显的季节变化特征, 5 座城市的各季节 AQI 最大值基本都在冬季, 北方冬季需要燃煤取暖, 使得空气中污染浓度加大, 空气质量变差[17]。2017 最大值出现在春季的原因可能是由于 2018 年 1 月份的一些数据缺失使得当季数据整体下降导致。另外, 5 座城市冬季由于白天日照时数短, 夜间地面长波辐射强, 在

晴朗微风的夜晚, 近地层容易形成大气逆温, 逆温层里空气质量往往较差[18]。从图3看出, 固原的空气质量明显好于其他4个城市, 银川为宁夏回族自治区的首府, 工业发展较之其他4个城市快, 所带来的污染也比其它4个城市严重。

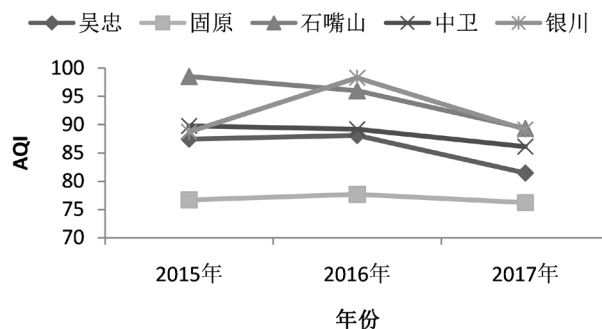


Figure 2. Characteristics of annual change from 2015 to 2017
图2. 2015年~2017年年际变化特征

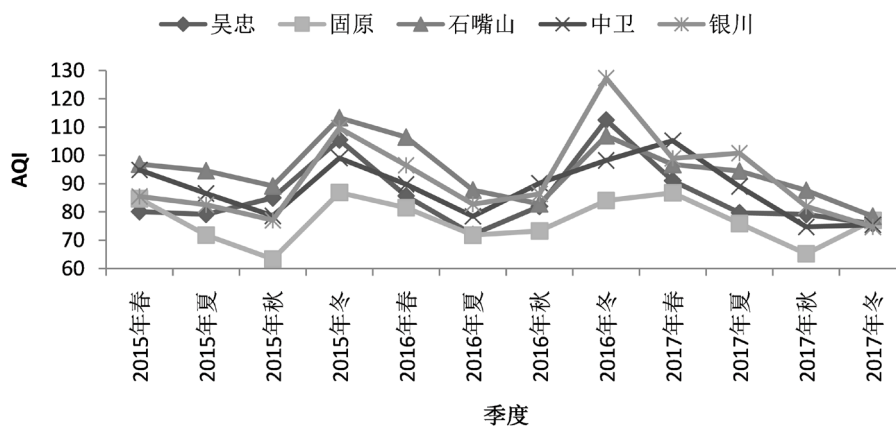


Figure 3. Characteristics of seasonal change from 2015 to 2017
图3. 2015年~2017年季节变化特征

通过对吴忠、固原、石嘴山、中卫和银川2015年~2017年的AQI月均值的计算, 得到图4的关系图, 由图4可以看出, 5座城市AQI月及变化趋势较为一致, 1~4月、6~9月呈下降波动趋势, 9~12月呈上升趋势, 有两个最高峰, 分别出现在5月和12月。

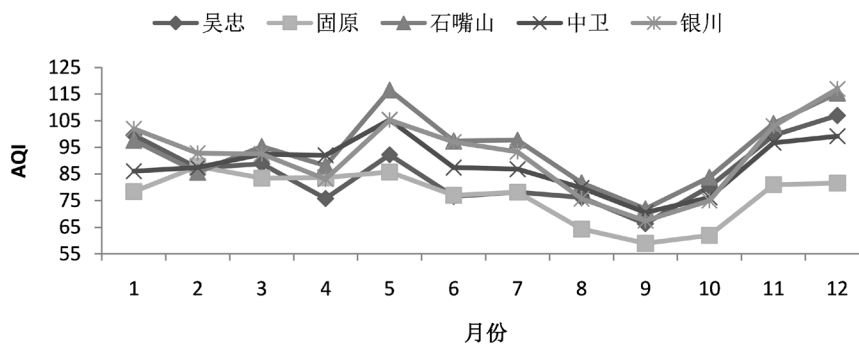


Figure 4. Characteristics of monthly changes from 2015 to 2017
图4. 2015年~2017年月变化特征

3.3. 后向轨迹分析

后向轨迹分析选取 2015~2017 年污染程度 AQI > 300 的日子, 采用后向气团轨迹模型(HYSPLIT) [19], 模拟典型污染时段气团传输过程, 研究宁夏回族自治区 5 座城市严重污染时污染的气团主要来源方向。

吴忠选取了 7 个 AQI > 300 的污染时段, 根据后向轨迹显示, 有 57%~71.4% 污染来源于西北方向内蒙古自治区的鄂尔多斯市和阿拉善左旗, 还有 21.4%~35.7% 和 14.3% 的污染来源于本市的中卫市和固原市。

固原共选取了 8 个 AQI > 300 的污染时段, 分别做后向迹轨迹分析, 发现 500 米和 1000 米高度时有 62.5% 的污染时段来源与西北地区, 1500 米高度时则有 50% 的污染时段来自西南地区。

石嘴山选取的 11 个污染段中, 三个高度的污染地区非常一致, 而且主要的污染地区是西北地区和西南地区, 且两个地区的所占污染比重都是 50%。

中卫市选取 14 个 AQI > 300 的污染时段, 接近 70% 的污染来源于西北方向的景泰县和内蒙古自治区阿拉善左旗。其主要的污染源是煤炭工业生产所带来的各种大气污染[20]。

银川市选取 6 个污染时段, 进行后迹象轨迹分析后, 显示 1500 米高度时 83.3% 的污染来自西北地区, 16.7% 的污染来自宁夏回族自治区的贺兰山和吴忠市、青铜峡市。500 米和 1000 米高度时则有 66.7% 的污染来自西北地区, 33.3% 的污染来自西南地区。

4. 结论

- 1) 良好率最好的是固原, 其后依次为中卫、吴忠、银川、石嘴山。
- 2) 污染集中在冬季, 12 月、1 月污染物达到最高值。5 座城市 AQI 月及变化趋势较为一致, 1~4 月、6~9 月呈下降波动趋势, 9~12 月呈上升趋势, 有两个最高峰, 分别出现在 5 月和 12 月。
- 3) 根据后向迹轨迹分析, 2015~2017 年严重污染时气团主要来源于西北地区, 其次来自西南地区。

致 谢

感谢中国空气质量在线监测分析平台的数据支持。

基金项目

广西科技计划项目(2018GXNSFBA281082)、广西教育厅基金(2017KY0261)、桂林理工大学博士(后)科研启动金。

参考文献

- [1] 郝吉明, 王书肖. 大气污染控制工程(第 3 版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [2] 刘琦, 张小盟. 宁夏经济增长与工业污染的实证分析[J]. 温州职业技术学院学报, 2006, 6(2): 32-35.
- [3] 陈宗瑜. 空气污染与人类健康[J]. 环境科学导刊, 2000, 19(1): 56-58.
- [4] 金鑫. 银川市 2001-2009 年间大气环境及植被变化研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [5] 熊伟, 肖云清. 大气化学——银川市空气污染分析[J]. 西部探矿工程, 2005, 17(10): 216-218.
- [6] 马万庆. 宁夏北部城市区空气污染与自然环境的关[C]//宁夏科学技术协会, 宁夏老科学技术工作者协会. 第八届宁夏资深专家论坛论文集. 2013: 242-249.
- [7] 陈月霞. 气温对大气主要污染物的影响[J]. 现代农业科技, 2011(10): 277-278.
- [8] 马筛艳. 2000-2012 年银川市 PM₁₀ 浓度统计特征及其气象影响因子研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2013.
- [9] 钟艳霞. 银川市大气环境污染特征分析[J]. 宁夏大学学报(自然版), 2003, 24(3): 290-292.
- [10] 张卫红. 银川市 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 污染特征分析[J]. 城市环境与城市生态, 2016(6): 5-8.

-
- [11] 姜玲. 银川市城市环境质量状况及污染防治[J]. 宁夏工程技术, 2003, 2(1): 16-18.
- [12] 刘亚琼. 宁夏银川市和石嘴山市环境空气质量变化规律及污染特征分析[C]//中国环境科学学会. 2015 年中国环境科学学会年会论文集(第二卷). 2015: 1462-1465.
- [13] 杨齐星. 探讨我国城市大气污染现状及综合防治对策[J]. 资源节约与环保, 2014(1): 105.
- [14] 王艳琴. 环境保护部发布 HJ633-2012《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》[J]. 中国标准导报, 2012(4): 49.
- [15] 袁鹰, 刘明源. 浅议空气质量指数(AQI)与空气污染指数(API)的差异[J]. 广州化工, 2014(12): 164-166.
- [16] 万佳, 延军平. 宁夏近 51 年气候变化特征分析[J]. 资源开发与市场, 2012, 28(6): 511-514.
- [17] 樊韬, 舒志亮, 翟涛. 银川市灰霾天气的环境特征分析[J]. 宁夏工程技术, 2011, 10(3): 193-196.
- [18] 范彦芳, 李栋梁, 黄峰. 银川市大气逆温对环境空气污染浓度的影响[J]. 科学技术与工程, 2017(25): 345-351.
- [19] 傅昭娟. 后向轨迹模型在颗粒物区域影响溯源研究中应用现状[J]. 资源节约与环保, 2016(5): 20-21.
- [20] 吴元雄, 孟杰. 中卫市环境空气质量状况及改善对策[J]. 科技风, 2018, 365(33): 133.