



移动扫码阅读

刘小飞.重庆市主城区 PM_{2.5}时空变化特征研究[J].能源环境保护, 2021, 35(1): 73-77.LIU Xiaofei. Study on the temporal and spatial variation characteristics of PM_{2.5} in the main urban area of Chongqing[J]. Energy Environmental Protection, 2021, 35(1): 73-77.

重庆市主城区 PM_{2.5} 时空变化特征研究

刘小飞

(重庆财经学院, 重庆 401320)

摘要:基于 2013~2018 年监测数据,采用 GIS 空间重心转移等方法分析了重庆市主城区 PM_{2.5} 区域空间分布特征。结果表明:重庆主城区 PM_{2.5} 年均值呈逐年下降趋势,各区 PM_{2.5} 下降趋势逐渐趋同,平均变化率为 -11.29%,下降速率优于全国平均水平;冬季日均值超标率为 20.14%,阶段性上升趋势明显;周循环变化特征呈 U 型,日循环小时变化特征呈 W 型;主城区 PM_{2.5} 重心一直在江北区移动,冬季空间整体特征为西北高、东南低、核心区高、郊区低。

关键词:PM_{2.5}; GIS; 时空变化特征; 重庆市主城区

中图分类号:X831

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2021)01-0073-05

Study on the temporal and spatial variation characteristics of PM_{2.5} in the main urban area of Chongqing

LIU Xiaofei

(Chongqing Financ and Economics College, Chongqing 401320, China)

Abstract:Based on the monitoring data from 2013 to 2018, the spatial distribution characteristics of PM_{2.5} in the main urban area of Chongqing were analyzed using methods such as GIS spatial center of gravity analysis. The results show that the annual average value of PM_{2.5} in the main urban area of Chongqing shows a downward trend year by year, with an average change rate of -11.29%, which is better than the national average level. The decline trends of PM_{2.5} concentration in different districts gradually converges. The daily average overwhelming rate in winter is 20.14%, and the upward trend is obvious in stages. The characteristics of the weekly cycle change are "U-shaped" and the characteristics of the daily cycle hour change are "W-shaped". The PM_{2.5} pollution center in the main urban area has been moving in the Jiangbei District. The overall spatial characteristics in winter are "high in the north-west, low in the southeast" and "high in the core area, and low in the suburbs".

Key Words:PM_{2.5}; GIS; Spatial and temporal variation characteristics; Main urban area of Chongqing

0 引言

自全国爆发雾霾现象以来,PM_{2.5}是最受政府和公众关注的因子之一。重庆市具有我国一带一路等战略地位,为此,研究重庆市主城区特别是在时间、空间上的变化特征有实际意义。

近年来国内对 PM_{2.5} 研究较多集中在来源分析、分布特征、危害人类健康三个方面^[1-5];发现 PM₁₀ 中四成到八成左右为 PM_{2.5}^[7,9];PM_{2.5} 浓度的

空间分布大部分呈现城市中心较高,郊区较低的现象^[6,8,10];季节变化表现为春季、冬季的浓度值较高,夏季、秋季的浓度值较低;月循环变化规律以及季节循环变化规律比较明显^[11-15];日浓度变化呈现“驼峰式”的规律。

1 技术路线

1.1 分析内容

包括两部分:长期趋势和中短期规律;

收稿日期:2020-11-25;责任编辑:金丽丽

作者简介:刘小飞(1982-),男,重庆人,中美双硕士,讲师,主要研究方向为城市管理与资源环境领域。E-mail: 1185053055@qq.com

(1) 长期趋势分析: 采用 2013–2018 年重庆市主城区各区连续 6 年年均值变化说明整体时间趋势; 利用 Excel 自带 CORREL 指数说明九区之间的关联性; VAR.P 函数计算基于整个样本总体的方差; CR 变化率指数, 计算连续序列的变化程度; ArcGIS 污染重心转移分析, 具体利用 ArcGIS 10.2 软件对主城区 PM_{2.5} 在地理二维空间内近年来重心位移, 揭示空间变化过程。重心计算模型为:

$$X_k = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{ki} \times X_{ki})}{A_k}, Y_k = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{ki} \times Y_{ki})}{A_k} \quad (1)$$

式中: X_k —— k 区重心 X 坐标值, Y_k —— k 区重心 Y 坐标值, A_{ki} —— k 区 i 污染因子的面积, X_{ki} —— k 区 i 污染因子对应范围内 X 坐标的平均值; Y 同理。本次研究 PM_{2.5} 一个污染因子故 i 取 1。鉴于重心坐标变化可以更好地说明重心的移动方向, 在研究中, 不同年际区域重心空间移动方向采用下述公式予以确定:

$$\theta_{i-j} = n\pi + \arctg\left(\frac{y_i - y_j}{x_i - x_j}\right) \quad (n = -1, 0, 1) \quad (2)$$

式中, θ 表示重心年际移动的角度 ($-180^\circ < \theta < 180^\circ$), 且规定正东方向为 0° , 逆时针旋转为正, 顺时针旋转为负。假设 d 表示第 i 年重心移动的距离 (相对于第 j 年), 则:

$$d_{i-j} = c \times \sqrt{(y_i - y_j)^2 + (x_i - x_j)^2} \quad (3)$$

式中, (x_i, y_i) 、 (x_j, y_j) 分别表示第 i 年和第 j 年的区域重心的经度值和纬度值; c 为常数, 取 111.111, 是把地球表面坐标单位 (度) 转化为平面距离 (km) 的系数; $c \times (x_i - x_j)$ 、 $c \times (y_i - y_j)$ 分别表示重心经纬方向上移动的实际距离。

(2) 中短期规律分析: 利用 Excel 作连续数据分析周日均值、日小时变化的时间变化特征; 利用 Surfer 软件分析“冬季平均”、“周中最大值出现”、

“周末最大值”出现 3 个场景的时空变化特征, 采用 kriging 插值法。

1.2 数据来源与预处理

数据来源于中国监测总站和重庆市监测站发布的实时小时值, 应搜集 37 536 条, 实际搜集 35 927 条, 缺失数据 1 609, 为监测站点未发布数据所致, 数据缺失率仅为 4.5%。缺失数据按照同一时间段, 距离最近的三个监测点的监测值取算数平均处理。日均值、月均值则采用对时间尺度上的小时值取算数平均值。

2 分析结果及评估

2.1 长期变化特征分析

①主城九区年均值逐年下降; ②CORREL 大于 0.6, 小于 1, 相关性好; VAR.P 平均为 0.23%, 差异性较小, 且逐渐变小, 说明震荡幅度变小逐渐趋于平滑; 说明 PM_{2.5} 变化一致性好。③CR 平均为 -11.29%, 下降速率优于全国平均水平。④年均值依然超标。趋势见图 1。

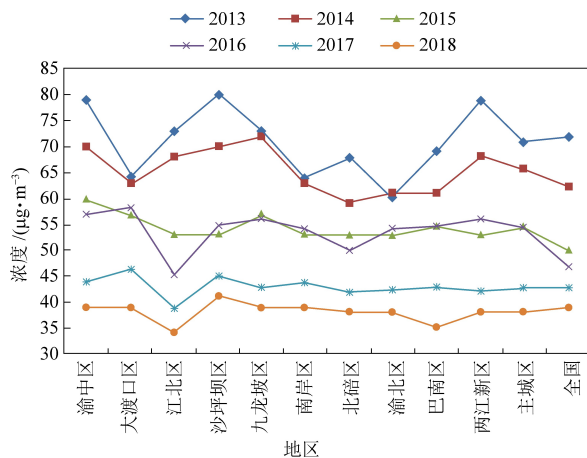


图 1 重庆主城区 PM_{2.5} 年均值变化趋势图

Fig.1 Trend of annual average PM_{2.5} in the main urban area of Chongqing

表 1 重庆市 PM_{2.5} 长期变化趋势分析

Table 1 Analysis on the long-term trend of PM_{2.5} in Chongqing

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	平均
AVERAGE/($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)	71	66	55	54	43	38	54.5
CORREL	—	0.78	0.37	0.55	0.82	0.75	0.65
VAR.P	—	0.32%	0.29%	0.33%	0.12%	0.09%	0.23%
CR	—	-7.23%	-16.20%	-1.25%	-20.18%	-11.61%	-11.29%

近年重庆主城区 PM_{2.5} 重心在江北区移动, 整体呈“一路向北”特征, PM_{2.5} 历年年均值重心转移见图 2 所示。

2.2 中短期变化特征分析

(1) 日均值、周日均值和日小时变化特征

主城区冬季 17 个站点, 92 天, 1 564 个日均值, 大于 $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (国家二级标准值) 样品数为 315 个,

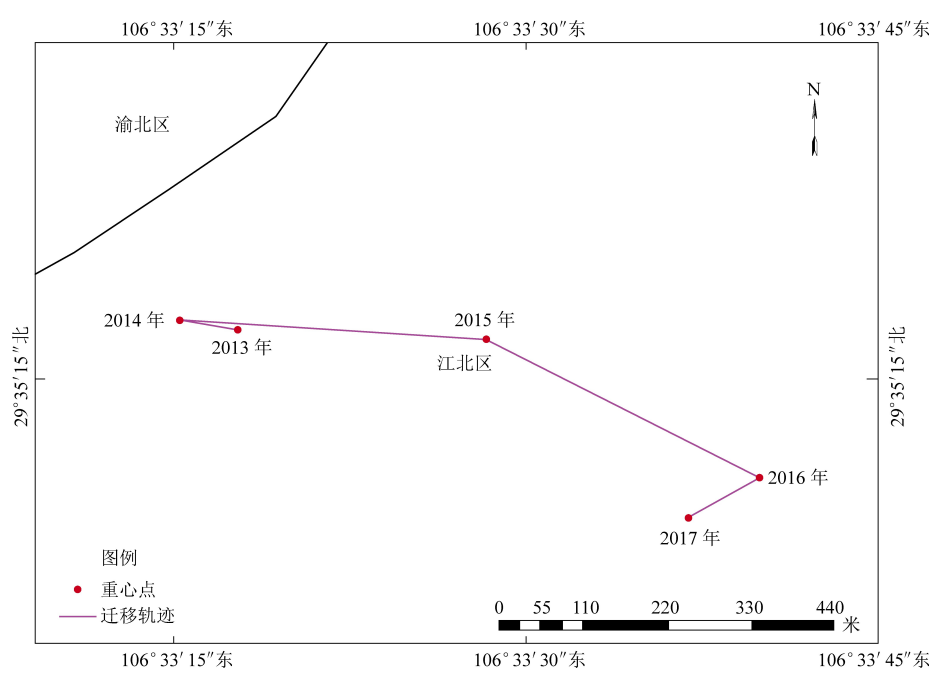


图 2 2013~2017 年 PM_{2.5} 历年年均值重心转移图

Fig.2 Diagram of annual average PM_{2.5} center shift from 2013 to 2017

超标率 20.14%。

PM_{2.5}一周整体变化趋势呈“U”字型,即周末高,周中低,浓度在 50~65 μg/m³。冬季 PM_{2.5}周间日均值变化见图 3。

PM_{2.5}每天小时变化呈“W”字型,出现三个峰值,两个谷值。6:00 的浓度值最低,为 52.46 μg/m³, 21:00 的浓度值最高,为 62.9 μg/m³,相差 10.44 μg/m³。冬季 PM_{2.5}日间小时值变化见图 4。

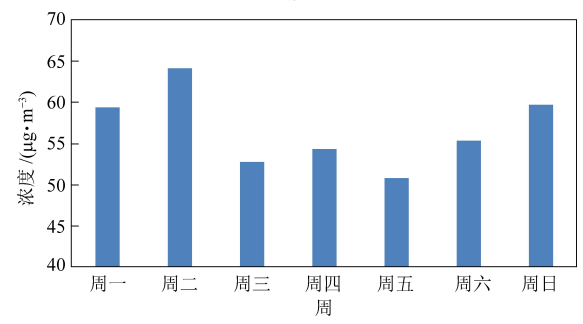


图 3 冬季 PM_{2.5}周间日均值

Fig.3 Weekly average PM_{2.5} in winter

(3)典型情景分析

三个典型情景:冬季(连续三个月)、周中(以周三为例)、周末(以周日为例),分布见图 5~7。色阶选取:颜色越浅,浓度值越高。结论:①不同情景下,PM_{2.5}浓度呈“西北高、东南低”的特征;②三种情景区域空间分布特征趋同,说明重庆市主城区各区的环境空气质量区域稳态;③冬季浓度区间 45~60 μg/m³,周三浓度区间 45~55 μg/m³,

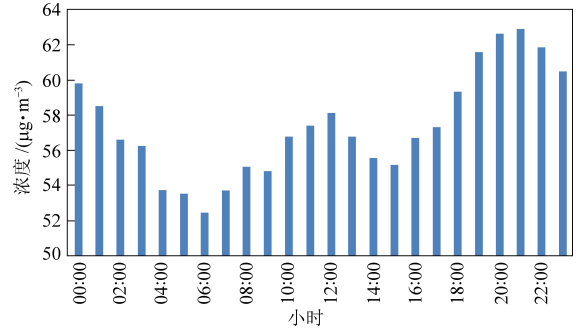


图 4 冬季 PM_{2.5} 日间小时值

Fig.4 Hourly average PM_{2.5} during the daytime in winter

周末浓度区间 50~65 μg/m³;④符合中心区域高、郊区低的整体特征。

2.3 成因简析

重庆近年来,坚持“退二进三”、主推“蓝天行动”,使得重庆市主城区范围内主要大气污染排放的工况企业大量减少;此外,对餐饮、施工场地、交通控制等专项行动都有助于整体水平改善。冬季受北方冷空气影响,携带大量颗粒物入境,加之重庆冬季风速较低,造成冬季污染明显;此外,周变化明显受工作和生活特征影响,通常周末以及工作日头两天使用私家车频率较高;24 小时以内的小时变化与其他城市情况类似,早晚两个上下班高峰期会逐步拉高污染水平且会延续 3 个小时左右。以上为成因需进一步结合污染物源解析、汽车排放核算、地表植被和粗糙度、气象数据等进行

综合论证,也是进一步深入研究的思路。

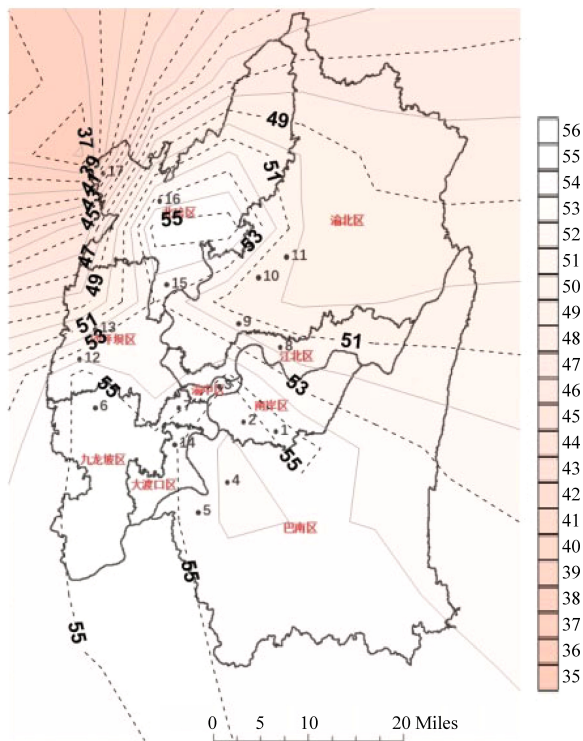


图5 冬季 PM_{2.5}平均浓度分布图

Fig.5 Distribution of average PM_{2.5} concentration in winter

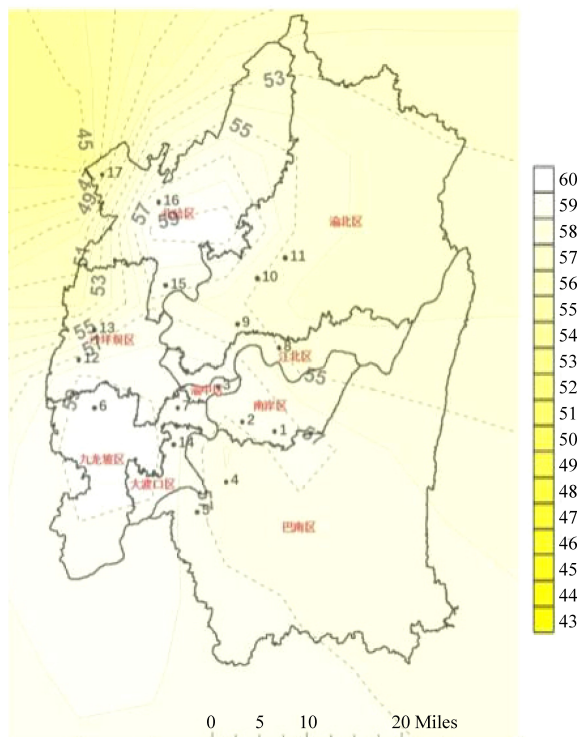


图6 周三 PM_{2.5}小时平均浓度分布

Fig.6 Distribution of hourly average PM_{2.5} concentration on Wednesdays

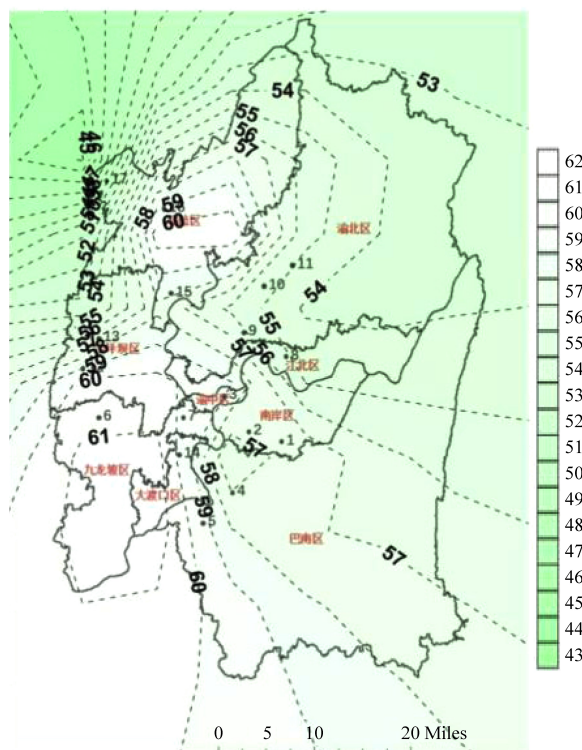


图7 周末 PM_{2.5}小时平均浓度分布

Fig.7 Distribution of hourly average PM_{2.5} concentration on weekends

3 结论

时间上,PM_{2.5}年均值逐年呈下降趋势,平均值水平和递减速率优于全国平均;主城各区变化趋势一致性较好;典型污染季集中在冬季,冬季11月-次年1月,PM_{2.5}整体呈上升趋势。周循环变化特征呈“U”字型,周三到周五浓度较低,周六到周二浓度较高;日循环小时变化特征呈“W”字型,出现三个峰值,两个谷值。

空间上,呈“西北高、东南低”、“核心区高、郊区低”的整体特征,形成了一条东北-西南走向的分界线;为高浓度区域集中在主城区中心西部偏北地区,该地区属于重庆老城区中心两江交汇河谷地区逐渐向外拓展区域。2013~2018年重庆主城区PM_{2.5}重心一直在江北区移动。

参考文献

- [1] 杨复沫,贺克斌,马永亮,等. 北京大气PM_{2.5}中微量元素的浓度变化特征与来源[J]. 环境科学, 2003, 24(6): 33-37.
- [2] 郑尼娜,徐雅琦,产院兰. 河北省主要城市空气污染时空分布特征分析[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版), 2018, 37(2): 37-43.
- [3] 黄怡民,付川. 我国PM_{2.5}污染特征的研究进展[J]. 重庆

三峡学院学报, 2013, 29 (145): 105-107.

[4] 王玮, 汤大钢, 刘红杰, 等. 中国 $PM_{2.5}$ 污染状况和污染特征的研究 [J]. 环境科学研究, 2000, 13 (1): 2.

[5] 隋珂珂, 王自发, 杨军, 等. 北京 PM_{10} 持续污染及与常规气象要素的关系 [J]. 环境科学研究, 2007, 20 (6): 77-82.

[6] 王越, 栾英, 吴昊. 哈尔滨市空气污染指标时间变化规律的研究 [J]. 环境科学与管理, 2005, 30 (3): 44.

[7] 朱振亚, 饶良懿, 余新晓, 等. 北京市空气质量及其与能源消费结构的动态关联 [J]. 中国环境监测, 2014, 30 (5): 4-9.

[8] 王越, 栾英, 吴昊. 哈尔滨市空气污染指标时间变化规律的研究 [J]. 环境科学与管理, 2005, 30 (3): 44.

[9] 杨雨蒙, 杨凌霄, 张俊美, 等. 济南市冬季灰霾日 $PM_{1.0}$ 和 $PM_{1.0-2.5}$ 污染特征 [J]. 山东大学学报 (工学版), 2017, 47 (2): 111-116.

[10] 陈楠, 操文祥, 丁青青, 等. 平湖北省 $PM_{2.5}$ 与 PM_{10} 比值分析及 $PM_{2.5}$ 时空分布特征研究 [J]. 环境科学与管理, 2017 (1): 98-102.

[11] 肖悦, 田永中, 许文轩, 等. 中国城市大气污染特征及社会经济影响分析 [J]. 生态环境学报, 2018 (3): 518-526.

[12] 江道阳, 朱秋缘, 李军利. 基于 GIS 的合肥市空气质量时空特征分析 [J]. 黄山学院学报, 2018, 20 (3): 74-77.

[13] 周海峰. 中国城市空气污染的时空变化规律及其社会经济影响因素 [D]. 杭州: 浙江财经大学, 2019: 1-59.

[14] 李祥, 彭玲, 池天河, 等. 北京市空气质量时空特征分析 [J]. 测绘通报, 2016 (9): 47-51.

[15] 王文萍, 武晓威. 2015~2017 年哈长城市群空气质量指数时空分布特征分析 [J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2018 (6): 97-104.