

新冠肺炎疫情管控期间达州市主城区环境空气质量达标率下降原因分析

胡蕴明, 张 余

四川省达州生态环境监测中心站, 四川 达州

收稿日期: 2022年7月12日; 录用日期: 2022年8月11日; 发布日期: 2022年8月18日

摘 要

为了解释2020年新冠肺炎疫情爆发期间达州市主城区空气质量本应好转却同比变差的现象, 通过污染源调查、与周边城市同时期空气质量比较、上年同比分析、结合主城区地形和气象条件, 分析了疫情管控期间空气质量达标率下降的原因, 同时也确定了影响其空气质量的主要(重要)因素。

关键词

疫情管控期间, 空气质量, 达标率, 下降, 原因分析

Analysis of the Reasons for the Decline of the Ambient Air Quality Compliance Rate in the Main Urban Area of Dazhou during the COVID-19 Epidemic Control Period

Yunming Hu, Yu Zhang

Dazhou Ecological Monitoring Center Station, Dazhou Sichuan

Received: Jul. 12th, 2022; accepted: Aug. 11th, 2022; published: Aug. 18th, 2022

Abstract

In order to explain the phenomenon that the air quality in the main urban area of Dazhou City should have improved but have dropped actually during the outbreak of the COVID-19 in 2020, through pollution source investigation, comparison of air quality with surrounding cities in the

same period, year-on-year analysis of the previous year, combined with the topography and meteorological conditions of the main urban area, analyzed the reasons for the deterioration of air quality during the epidemic, and at the same time determined the main factors that usually affect its air quality.

Keywords

Epidemic Control Period, Air Quality, Compliance Rate, Decline, Cause Analysis

Copyright © 2022 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. 绪论

影响空气质量的内因是污染物的排放, 外因则有地形、气象条件等因素。工业化和城市化使大气环境质量不断呈现出下降的趋势, 进而影响人口 - 发展 - 环境之间的良性循环[1]。工业废气由于具有扩散性强、污染浓度高等特点, 是造成城市及地区大气环境质量下降的重要原因[2]。随着城市化进程的加快和人民群众生活水平的提高, 汽车成为了人们热衷的出行工具, 汽车尾气中含有的大量含氮含硫污染物也成为了大气污染物来源之一[3]。城市建设过程中带来的扬尘也会导致大气环境质量的下降[4]。石油和煤炭是我国主要能源来源, 其在燃烧的同时也产生了二氧化硫、氮氧化物、PM_{2.5}等严重影响大气环境质量的污染物[5]。达州人口密度大、粗放型经济加上以化石燃料为主的能源结构导致该地区污染物排放量大, 气溶胶光学厚度长期处于高值[6] [7] [8]。此外, 除了本地污染源, 不同地区污染源的输入也是空气污染的重要原因[9]。达州位于四川盆地边缘, 主城区地处山区河谷地带, 不利地形条件加上静风频率高等气象条件, 使得空气污染物稀释扩散困难, 是改善空气质量的客观制约因素。

受新冠疫情影响, 2020年春节期间开始武汉宣布封城, 随后全国各省市陆续启动重大公共卫生事件I级响应, 采取了包括限制出行、交通管制、禁止群体活动、停工停课停产等一系列措施最大限度地遏制疫情的传播扩散[10]。当时在大多数人的心目中, 达州市主城区周边的工业企业、建筑工地、机动车、餐饮业等都停完了, 但感觉空气质量并不好, 事实上该段时间空气质量达标率同比确实下降了6.4个百分点。为弄清疫情期间达州市主城区空气污染成因, 本文对1月24日~2月23日(以下称疫情管控期)主城区及其周边工业企业生产状况、建筑工地施工状况、交通状况、营业性餐饮经营状况、生物质燃烧状况、气象及地形条件等进行了调查, 结合主城区国控空气站点的监测结果和周边市、县空气质量状况, 分析了影响该段时间空气质量变化的原因。

2. 调查情况

四川省于1月24日(大年三十)启动突发公共卫生事件I级应急响应, 正式进入疫情管控期, 至2月26日四川省由I级降到II级应急响应, 社会生活逐渐有序恢复正常。在疫情管控期间, 达州市主城区所有小区、楼院、单位及周边村组逐步实行封闭式管理, 部分工业企业处于停产状态, 建筑工地全面停工, 各类营业性、集中式餐饮全部停业, 除公交车、出租车、生产企业原材料运输车辆外其余交通运输车辆绝大部分处于停运状态。1月24日至2月2日为春节放假, 2月3日部分党政机关、国有企业、事业单位开始陆续复工复产。“达州市人民政府网”站显示: 截至2月18日, 达州市规模以上工业企业累计复工复产413户, 复工复产率为54.9%。2月24日开始各级党政机关、国有企业、事业单位恢复正常上班秩序。

2月25日,实地调查了南外三里坪片区、北外职教园片区和西外莲湖片区的建筑工地,均未复工;城区内餐饮店均未开业;道路上行驶车辆稀少。在南外三里坪片区和西外莲湖片区发现有个别秸秆燃烧现象。

工业企业生产状况调查显示,2020年1月24日~2月20日期间,主城区周边19家排放废气的规模以上重点排污企业,6家增产,9家减产,4家停产;其中5家钢铁企业和2家焦化企业总产量同比减产18.7%,但达钢增产3.8%;4家火电企业同比减产1.8%,但川投燃气增产283%,国电东岳发电厂增产19.9%;5家石油化工企业总产量同比增加9.6%,其中玖源化工液氨增产近1倍、尿素增产1.5倍,宝化炭黑增产0.1倍;3家其他行业企业减产或停产。

3. 空气质量状况

3.1. 主城区空气质量状况

3.1.1. 优良天数率

2020年1月24日~2月23日,达州市主城区空气质量达标(优和良)率下降6.4个百分点,同比减少2天,全省排名倒数第一,同比下降8位,详见表1。

Table 1. Air quality status and year-on-year status in the main urban area of Dazhou City during the epidemic control period
表 1. 疫情管控期间达州市主城区空气质量状况及同比情况

时间	优 (天)	良 (天)	轻度污染 (天)	中度污染 (天)	重度污染 (天)	达标天数 (天)	优良率 (%)	优良率全 省排名
2020年	8	11	11	1	0	19	61.3	21
2019年	1	20	6	1	3	21	67.7	13

3.1.2. 污染物浓度

疫情管控期间, O₃ 浓度相对较低, 在全省排名第2; 其余各污染物浓度均较高, 在全省排名靠后。各污染物浓度同比情况, 除 SO₂ 上升 6.6% 外, 其余均大幅下降, 详见表 2。

Table 2. Concentrations of air pollutants in the main urban area of Dazhou City during the epidemic control period and the year-on-year situation
表 2. 疫情管控期间达州市主城区空气中污染物浓度及同比情况

项目	SO ₂		NO ₂		CO		O ₃		PM ₁₀		PM _{2.5}	
	浓度	排名	浓度	排名	浓度	排名	浓度	排名	浓度	排名	浓度	排名
2020年	9.7	17	22.9	19	1.4	20	70	2	74.4	20	61.7	20
2019年	9.1	14	40.8	21	2.4	21	89	9	107.3	17	73.2	21
变化情况	+6.6	-3	-43.9	+2	-41.7	+1	-21.3	+7	-30.7	-3	-15.7	+1

说明: 浓度变化情况为同比上升(+)或下降(-)百分比(%), 排名变化情况为同比上升(+)或下降(-)位数。

3.1.3. 日均值 PM_{2.5} 占比

疫情管控期间, 主城区 PM_{2.5} 在 PM₁₀ 中的占比为 56.7%~91.9%, 均值为 81.8%。2019 年同期为 51.3%~78.1%, 均值为 68.0%。2020 年 PM_{2.5} 占比高出 2019 年同期 13.8 个百分点。详见图 1。

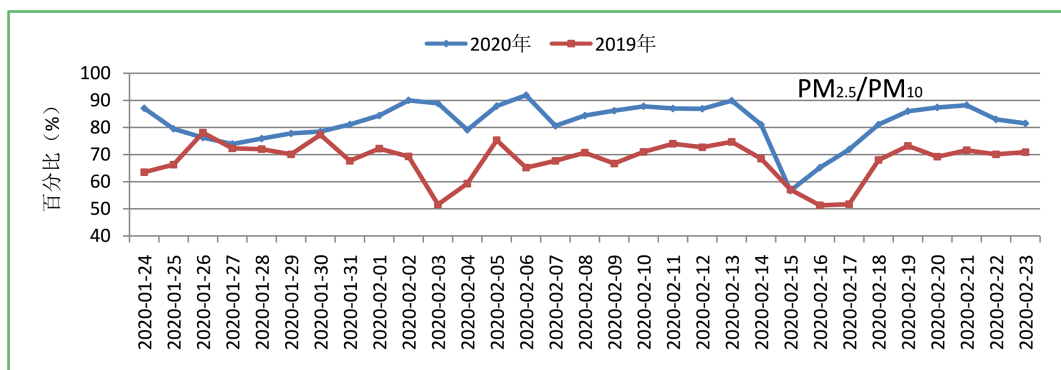


Figure 1. The proportion of PM_{2.5} in the main urban area of Dazhou City during the epidemic control period and the situation in the same period in 2019

图 1. 疫情管控期间达州市主城区 PM_{2.5} 占比及 2019 年同期情况

3.1.4. 除夕和元宵节空气质量状况

2020 年除夕(1 月 24 日)和元宵节(2 月 8 日)由于禁放烟花爆竹, 空气质量均未受到影响, 小时空气质量为优或良; 2019 年除夕(2 月 4 日)和元宵节(2 月 19 日)由于仅仅是限放烟花爆竹, 空气质量受影响较大, 其中除夕有 17 个小时超标(5 小时轻度污染、5 小时中度污染、6 小时重度污染、1 小时严重污染), 元宵节有 4 个小时超标, 均为轻度污染。

3.2. 与全省及川东北对比情况

疫情管控期间, 达州市主城区优良天数为 61.3%(同比下降 6.4%), 大大低于全省平均值 92.0%(同比上升 16.6%)和川东北平均值 89.0%(同比上升 16.1%), 在全省排倒数第一名。

3.2.1. 污染物浓度

达州市除 O₃ 浓度低于全省和川东北平均水平且在全省排名第 2 名外, 其余各污染物浓度均高于全省和川东北平均水平, 在全省排名均靠后(第 17~20 名)。

3.2.2. 污染物浓度改善情况

达州市 NO₂、PM₁₀、CO、O₃ 浓度下降幅度均高于全省和川东北平均水平。PM_{2.5} 浓度下降幅度低于全省和川东北平均水平。SO₂ 浓度上升 6.6%, 上升幅度小于川东北 10.4% 的平均水平, 全省下降 18.8%。详见表 3。

Table 3. Air quality status in Dazhou and surrounding cities, northeastern Sichuan, and the whole province during the period of epidemic control

表 3. 疫情管控期间达州及周边城市、川东北、全省空气质量状况

项目	SO ₂		NO ₂		CO		O ₃		PM ₁₀		PM _{2.5}		优良率	
	浓度	同比变化(%)	浓度	同比变化(%)	浓度	同比变化(%)	浓度	同比变化(%)	浓度	同比变化(%)	浓度	同比变化(%)	百分比(%)	同比变化(%)
达州	9.7	6.6	22.9	-43.9	1.4	-41.7	70.0	-21.3	74.4	-30.7	61.7	-15.7	61.3	-6.4
全省	7.8	-18.8	16.0	-41.4	1.0	-16.7	84.5	-4.6	56.3	-27.3	43.4	-23.7	92.0	16.6
川东北地区	7.4	10.4	18.8	-36.9	1.0	-33.3	76.2	-1.6	65.4	-28.3	50.6	-21.2	89.0	16.1

3.3. 区域污染情况

从图2可以看出,达州市主城区及相邻的县(市、区)于2月18~23日连续出现6天区域污染(污染等级为轻度至中度污染),其中21日达州市主城区污染等级为中度污染(AQI指数为158)、相邻的宣汉县城污染等级也为中度污染(AQI指数为174),达州市的大竹县、渠县、开江县,广安市及其前锋区、广安区、邻水县、华蓥市,巴中市通江县均为轻度污染。结合气象分析,本轮区域污染主要为不利气象条件所致,严重影响达州市疫情管控期间优良天数率。

2020年	川东北地区					达州各县(市)					广安市各县(区)						巴中市部分县	
	广元市	巴中市	南充市	广安市	达州市	宣汉县	大竹县	渠县	开江县	万源市	岳池县	武胜县	前锋区	邻水县	华蓥市	广安区	通江县	平昌县
1月24日	58	60	63	57	39	49	54	54	56	38	68	64	71	56	71	57	36	54
1月25日	52	38	45	55	45	75	54	66	74	41	54	53	110	46	96	59	37	49
1月26日	43	38	49	70	42	39	37	64	39	39	64	55	64	39	84	77	36	39
1月27日	43	46	54	43	49	40	46	48	43	32	44	49	46	33	61	46	41	44
1月28日	49	52	65	48	62	47	59	69	63	34	53	54	48	46	71	50	60	56
1月29日	59	62	63	50	77	59	64	66	73	55	61	56	41	53	65	53	68	59
1月30日	63	70	62	55	84	76	74	68	79	63	64	60	47	46	63	59	79	61
1月31日	69	80	73	77	103	90	95	91	86	58	74	59	84	64	98	75	100	81
2月1日	58	62	92	69	108	91	86	80	95	60	73	64	89	50	81	74	93	74
2月2日	42	63	67	64	85	65	65	69	61	51	66	54	64	46	64	68	83	75
2月3日	42	57	57	40	57	50	43	49	55	54	40	42	29	33	39	39	70	58
2月4日	59	62	58	36	73	56	53	49	63	51	47	47	39	31	31	39	68	47
2月5日	73	72	78	59	79	61	71	69	55	58	68	69	52	53	60	62	74	79
2月6日	50	45	60	45	49	41	40	43	43	40	44	46	44	49	51	40	41	50
2月7日	55	43	49	36	42	38	37	44	37	32	41	43	39	40	40	38	31	37
2月8日	53	54	70	60	54	44	46	63	53	38	68	61	50	53	63	59	41	43
2月9日	50	65	72	89	77	66	81	96	74	39	93	59	55	60	68	88	60	60
2月10日	65	97	94	100	105	100	79	84	84	71	101	93	55	61	78	105	108	89
2月11日	80	97	83	75	107	94	78	84	90	54	91	93	55	64	73	84	94	86
2月12日	98	84	82	84	98	86	94	81	101	56	93	90	71	75	90	92	79	63
2月13日	99	94	94	94	129	129	119	93	120	89	89	90	84	90	95	100	105	81
2月14日	82	77	83	97	140	136	136	104	144	58	89	71	98	108	114	105	80	91
2月15日	63	51	66	42	30	29	40	35	30	39	55	52	47	34	37	36	40	53
2月16日	50	52	61	51	46	37	47	53	44	40	59	56	57	39	55	49	43	39
2月17日	55	58	62	64	64	59	62	63	56	38	75	66	60	52	64	68	56	53
2月18日	59	82	83	112	103	104	109	114	98	50	114	116	93	94	104	118	89	89
2月19日	69	88	75	110	137	131	123	134	100	73	86	65	118	104	123	114	103	96
2月20日	65	84	93	108	137	136	128	98	124	84	95	74	100	105	119	109	131	115
2月21日	72	68	68	112	158	174	106	116	125	64	100	78	120	105	116	120	111	96
2月22日	65	82	78	82	104	101	80	80	78	76	86	74	79	66	91	84	94	76
2月23日	69	97	99	125	117	125	110	113	91	54	141	121	111	80	130	128	99	100

Figure 2. Air quality in Dazhou and neighboring cities and counties during the epidemic control period

图2. 疫情管控期间达州及相邻市县空气质量状况

4. 气象及地形条件

4.1. 气象条件

达州市气象局提供的疫情管控期间气象资料显示:主城区日平均风速为0.7~2.3 m/s,主导风向为东北风,1月31日、2月1日、10~11日、18~23日污染期间日平均风速仅为0.7~1.1 m/s(主导风向仍为东北风),优良天气时日平均风速多为1.0m/s以上。2020年疫情管控期间次要风向西风和西南风出现频率(13.8%)较2019年同期(6.4%)上升7.4个百分点(见图4)。2020年疫情管控期间主城区平均相对湿度为80%,较2019年同期(71%)上升9个百分点,相对湿度在80%以上的时间占55%(2019年同期相对湿度在80%以上的时间仅占23%)(见图3)。

4.2. 地形条件

达州市主城区位于河谷地带,东部的雷音铺山与主城区高程差约490米,西部铁山与主城区高程差约660米,北部凤凰山与主城区高程差约400米,南部火峰山与主城区高程差约270米,独特的地形条

件导致污染物横向扩散困难。气象资料和监测站点测得的风向均表明, 达州市主城区风速小且风向多变, 气流易在城区内形成漩涡。

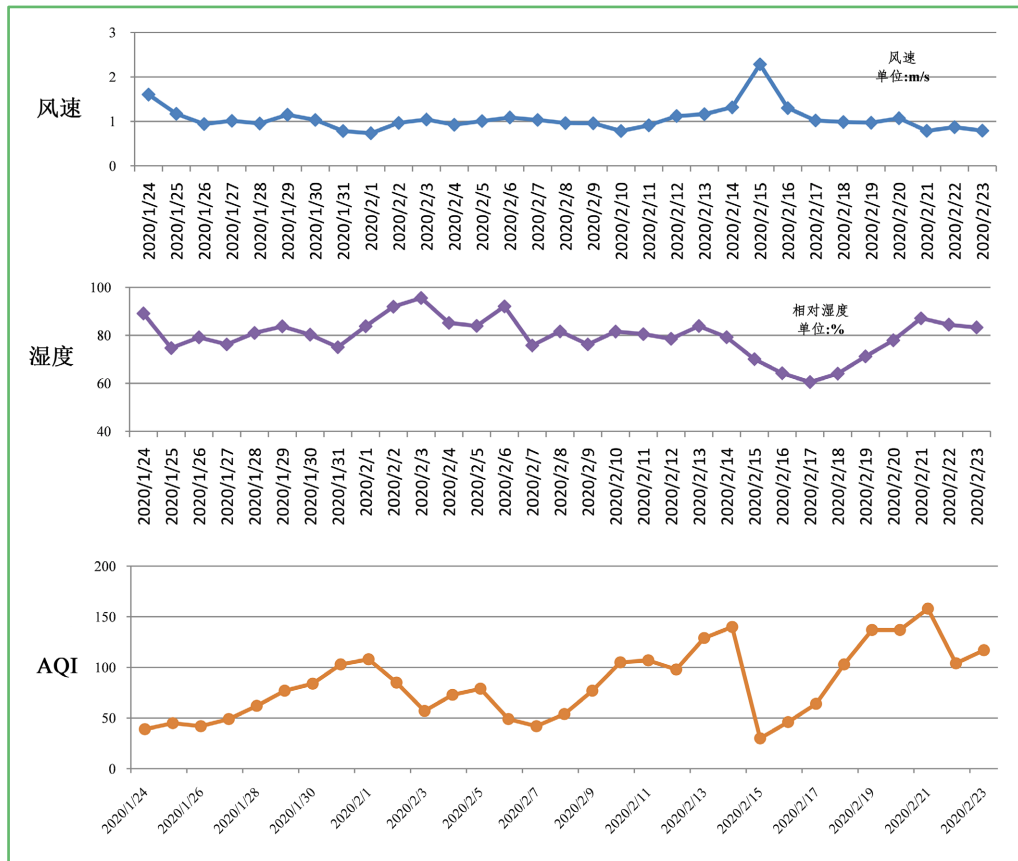


Figure 3. Wind speed, humidity and AQI diagrams in the main urban area of Dazhou City during the epidemic control period
图 3. 疫情管控期间达州市主城区风速、湿度及 AQI 图



Figure 4. During the epidemic control period, the main urban area of Dazhou City and the rose chart of the wind direction in the same period in 2019
图 4. 疫情管控期间达州市主城区及 2019 年同期风向玫瑰图

根据 2018 年《达州市激光雷达立体监测报告》，由于受地形条件影响，达州市主城区周围形成东、西两个污染物输送通道，输送通道接近南 - 北走向，其中西通道上有通川魏兴 - 东岳 - 双龙 - 复兴工业带(区)、国电东岳电厂、达钢、佳境环保等企业 and 化工园区(见图 5)。

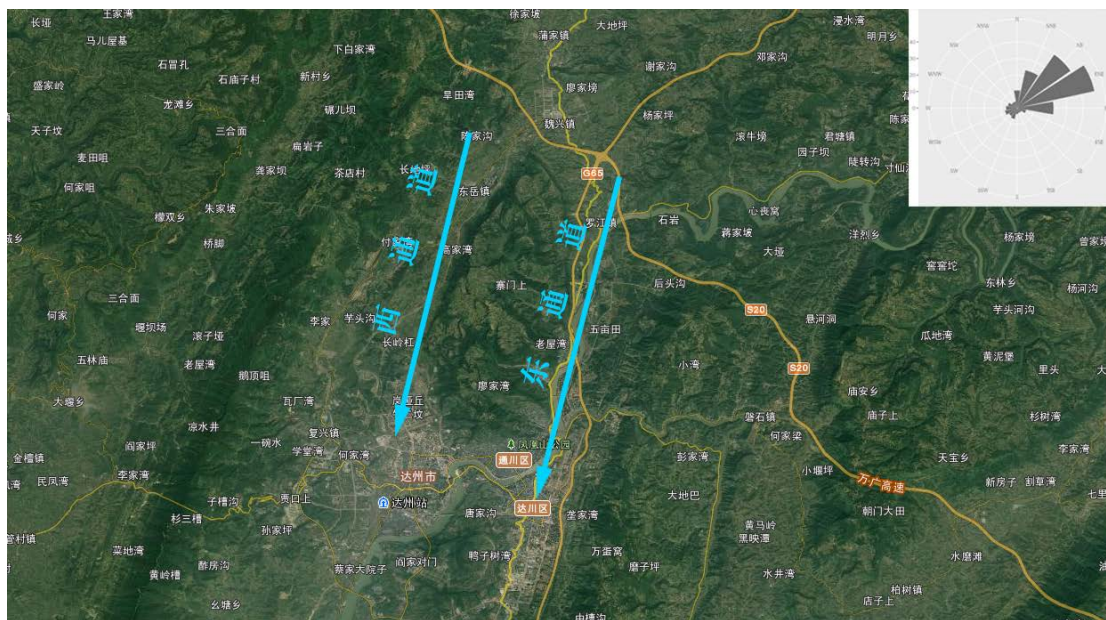


Figure 5. Schematic diagram of topography and pollutant transportation channels in the main urban area of Dazhou City
图 5. 达州市主城区地形及污染物输送通道示意图

5. 原因分析

5.1. SO₂ 浓度不降反升

SO₂ 主要来源于工业和居民生活燃煤[11]。主城区及其周边居民生活燃煤很少，说明疫情管控期间工业燃煤总量有所增加，进而推断燃煤工业生产负荷有所增加，其相应的其它大气污染物(烟粉尘、NO₂ 和 CO)排放亦有所增加。这与调查的部分工业企业尤其是燃煤企业增产(达钢增产 3.8%，国电东岳发电厂增产 19.9%)相吻合。在次要风向向西风和西南风情况下，城区西南的达钢及化工园区企业排放的废气污染物对主城区空气质量影响较大。

5.2. NO₂ 和 CO 浓度大幅下降

NO₂ 和 CO 主要来源于燃煤和汽车尾气[12]，生物质燃烧也会产生。疫情管控期间生物质燃烧极少，工程车辆停运几乎达 100%，其他车辆(包括公交车、公务车、私家车、货运车等)总体停运估计达 90%以上。结合 SO₂ 浓度不降反升推断出的“工业燃煤总量有所增加，燃煤产生的 NO₂ 和 CO 排放亦有所增加”的结论，说明疫情管控期间 NO₂ 和 CO 浓度大幅下降主要是因为机动车大量停运造成的，也就是说汽车尾气是平时主城区 NO₂ 和 CO 的主要来源。

5.3. O₃ 浓度下降明显

按目前认识，O₃ 污染分天然和人为因素，此处暂将 2019 年和 2020 年同期的天然因素视为一致。氮氧化物和挥发性有机物是 O₃ 生成的“前体物”[13]，由于 NO₂ 浓度的大幅下降(达州市尚未监测挥发性有机物，但疫情管控期间由于工业企业、喷涂、装修等行业停工停业，挥发性有机物的产生和排放应该也

是大幅减少), 因此人为因素产生的 O_3 浓度理所当然下降。说明疫情管控期间 O_3 浓度下降明显主要是因为汽车尾气和挥发性有机物排放减少所致, 也就是说, 主城区平时 O_3 污染主要受汽车尾气排放和挥发性有机物排放等人为因素影响。

5.4. PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 浓度大幅下降

PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 主要来源有工业烟粉尘、道路扬尘、工地扬尘、机动车尾气、生物质燃烧、餐饮油烟等, 其中 $PM_{2.5}$ 还来源于硫酸盐、硝酸盐、高分子有机物等二次污染物。疫情管控期间, PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 浓度大幅下降, 说明颗粒物总体排放量和二次污染物[14]大幅下降, 与实际调查的部分工业企业停产、工地停工、机动车停运(导致尾气、道路扬尘大幅降低)、生物质燃烧极少等情况吻合。因此疫情管控期间 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 污染主要来源于工业生产; 同时也说明平时道路扬尘、工地扬尘、机动车尾气、生物质燃烧等对 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的贡献很大。

5.5. $PM_{2.5}$ 在 PM_{10} 中占比显著提高

PM_{10} 包含 $PM_{2.5}$ 。一般工业烟粉尘经除尘后细颗粒物较多, 工地扬尘、道路扬尘粗颗粒物含量较高。疫情管控期间 $PM_{2.5}$ 在 PM_{10} 中占比显著提高[15], 说明细颗粒污染物含量很高、粗颗粒物含量低。与工地停工扬尘极少、机动车停运道路扬尘极少的实际调查情况相吻合。因此进一步证明疫情管控期间主城区颗粒物的污染主要来自工业烟粉尘。

5.6. 主要污染物浓度下降而达标率却降低

污染物的排放是影响空气质量的内因, 地理位置、地形以及气象条件是影响空气质量的外因。疫情管控期间污染物排放总量较去年同期减少, 无重污染天气。主城区的地理位置和地形没有发生改变, 如果疫情管控期间气象条件与去年同期一致, 那么由于空气污染物排放量的减少, 除空气污染物浓度理应降低外, 达标率理应上升。实际情况是疫情管控期间主城区空气污染物浓度下降而达标率却降低, 说明疫情管控期间气象条件同比变差。这与调查的西北和西南风频率增加、风速减小、相对湿度增大、出现区域性污染气象条件相吻合。

6. 结论

2020年1月24日~2月23日, 由于受新冠肺炎疫情和春节假期双重影响, 达州市主城区及其周边各类建筑工地停工几近100%, 工地施工扬尘几乎为零; 机动车停运估计总体达90%以上, 机动车尾气及道路扬尘极少; 生物质燃烧极少; 营业性和集中式餐饮全部停业, 但居民居家用餐率提高; 部分工业企业停工, 但主要大气污染物排放企业生产负荷有所增加。经与2019年同期空气质量对比分析, 本文认为:

- 1) 疫情管控期间主城区气象条件与2019年同期相比有所变差, 周边大气污染物排放源主要为燃煤工业且排放量仍然较大, 二者是造成该时段空气质量达标天数同比下降的原因。
- 2) 周边工业企业、工地扬尘、道路扬尘、机动车尾气是影响达州市主城区空气质量的主要因素, 其中工地扬尘和道路扬尘对 PM_{10} 的贡献较大。
- 3) 汽车尾气是主城区 NO_2 和 CO 污染的主要来源。
- 4) O_3 污染主要受汽车尾气排放和挥发性有机物排放影响。
- 5) 燃放烟花爆竹会对空气质量造成显著影响。

参考文献

- [1] 何宇凡. 红河州近年来环境空气质量状况分析[J]. 环境科学导刊, 2021, 40(6): 42-45.

-
- [2] 甄少飞. 环境工程中大气污染的危害与治理分析[J]. 清洗世界, 2022, 38(6): 147-148.
- [3] 孙春花, 沈贤, 赵鑫. 环境监测在大气污染治理中的应用研究[J]. 中国资源综合利用, 2022, 40(6): 144-146.
- [4] 李婷婷, 张洋, 朱文杰. 探讨大气污染原因和环境监测治理技术[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(6): 37-38.
- [5] 刘焕, 张海欧. 浅析环境监测技术在大气污染治理中的作用[J]. 资源节约与环保, 2021(2): 66-67.
- [6] Luo, Y.F., Li, W.L., Zhou, X.J., *et al.* (2000) Analysis of the Atmospheric Aerosol Optical Depth over China in 1980s. *Journal of Meteorological Research*, **14**, 490-502.
- [7] 张洋. 基于多源卫星遥感的四川成都地区气溶胶光学厚度反演[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都信息工程大学, 2015.
- [8] 张小曳, 孙俊英, 王亚强, 等. 我国雾 - 霾成因及其治理的思考[J]. 科学通报, 2013, 58(13): 1178-1187.
- [9] 郭倩, 汪嘉杨, 周子航, 翟庆伟. 成都市一次典型空气重污染过程特征及成因分析[J]. 环境科学学报, 2018, 38(2): 629-639.
- [10] 黄鉴涛, 刘婧懿, 徐家炜, 周德荣, 黄昕. 新冠肺炎疫情时期四川盆地大气污染成因分析[J]. 气象科学, 2022, 42(3): 377-389.
- [11] 郝吉明, 贺克斌. 中国燃煤二氧化硫污染控制战略[J]. 中国环境科学, 1996, 16(3): 208-212.
- [12] 杨巧艳, 陈云尚, 王正彬. 我国城市交通污染分析及其对策研究[J]. 四川环境, 2004, 23(1): 84-87.
- [13] 雷坚志, 刘久国. 环境空气中臭氧分布特征和超标原因分析[J]. 四川环境, 2016, 35(4): 90-94.
- [14] 金民. 基于遥感大数据的区域大气污染成因及污染物二次转换条件研究[J]. 环境科学与管理, 2021, 46(10): 55-59.
- [15] 张青, 饶灿. 典型区域城市 $PM_{2.5}$ 与 PM_{10} 比值相关性研究[J]. 绿色科技, 2019(12): 129-130.