

2015—2017年江苏省秋、冬季空气质量状况

王爱平,茅晶晶,蒋自强

(江苏省环境监测中心,江苏 南京 210019)

摘要:采用2015—2017年秋、冬季江苏省环境空气质量监测数据,从空气质量优良(达标)率、首要污染物、主要污染物浓度分析空气质量现状及特点。结果表明,江苏省秋、冬季空气质量优良(达标)率在60%左右,其中沿海地区空气质量达标率最高(71.1%),西北地区达标率最差(52.2%)。污染日的首要污染物主要为 $PM_{2.5}$,占比高达91.5%。 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 存在地区差异,江苏西北地区扬尘源贡献较大,江苏南部地区的二次颗粒物贡献更明显。 $\rho(NO_2)/\rho(SO_2)$ 逐年持续升高,表明大气污染类型从燃煤性污染转变为复合型污染。

关键字:空气质量;秋、冬季;江苏省;环境空气质量指数

中图分类号:X839.2

文献标志码:B

文章编号:1674-6732(2020)01-0052-04

Current Situation of Air Quality in Autumn and Winter in Jiangsu Province from 2015 to 2017

WANG Ai-ping, MAO Jing-jing, JIANG Zi-qiang

(Jiangsu Provincial Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210019, China)

Abstract: Based on the environmental air quality monitoring data of Jiangsu Province in the autumn and winter of 2015—2017, the excellent rate of air quality, primary pollutants and major pollutant concentrations were used to analyze the status and characteristics of air quality. The results showed that the excellent rate of air quality in autumn and winter in Jiangsu Province was around 60%, with the highest rate in coastal areas (71.1%) and the worst rate in northwest (52.2%). The primary pollutant on the pollution day was mainly $PM_{2.5}$, which accounted for 91.5%. There are regional differences in the ratio of $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$, which indicates that the contribution of dust source in northwest Jiangsu is larger, and the contribution of secondary particulate matter in the southern region of Jiangsu Province is more obvious. The ratio of $\rho(NO_2)/\rho(SO_2)$ continues to increase year by year, which indicates that the type of air pollution changes from coal-fired air pollution to complex air pollution.

Key words: Air quality; Autumn and winter; Jiangsu Province; Air quality index

随着经济的快速发展,城市化进程加快,我国能源消耗居高不下,机动车保有量持续上升,由灰霾天气日趋严重引发的环境效应问题,以及气溶胶辐射强迫引发的气候效应问题,已引起科学界、政府部门和社会公众广泛关注,成为热门话题^[1]。

目前针对城市空气污染时空分布特征的研究较多,许燕婷等^[2]研究了2014—2016年中国城市环境空气质量指数(AQI),结果显示中国城市的AQI呈下降的趋势,空气污染城市数量减少,表明城市空气质量有所改善,中国城市AQI季节均值为:冬季>春季>秋季>夏季。曹璐璐^[3]研究了

2005—2009年江苏省13个省辖城市空气污染指数(API),全省城市空气质量逐年改善,主要污染物浓度稳中有降。邓爱萍^[4]研究了2013—2015年江苏省不同季节的AQI状况和特点,发现江苏省秋冬季大气扩散条件及空气质量较差,每年10月至次年2月AQI达标率较低,以颗粒物为主要超标污染物的特征较明显;春夏季空气质量较好,但受臭氧(O₃)污染困扰。邹强^[5]研究了苏州市区能见度变化特征,发现一年之中,7月能见度最高,11月能见度最低,一日之中08:00能见度最差,14:00左右最好,导致苏州市区能见度水平下降的主要污

收稿日期:2019-05-29;修订日期:2019-07-11

基金项目:江苏省环境监测基金资助项目(1821)

作者简介:王爱平(1988—),女,工程师,硕士,主要从事空气质量自动监测与预警预报、空气质量评价工作。

染因子是细颗粒物($PM_{2.5}$)。

江苏属于温带向亚热带的过渡性气候,四季气候分明,其中秋冬季大气扩散条件整体较差,夜间容易形成逆温层,近地面污染物不易扩散,与夏季相比降雨较少清除效果差。另外秋冬季冷空气频繁南下,容易将北方污染输送至本地。现选取空气污染程度较重的秋、冬季,分析江苏省72个国控站点监测的大气6项污染物数据资料,按照AQI公式,计算得到13个设区市的AQI,分析江苏省秋、冬季空气质量现状,为秋冬季空气质量预报和预警提供参考。

1 研究方法

1.1 监测点位

江苏省72个国控站点。

1.2 数据选取时段

2015年10月—2016年2月(2015年秋冬),2016年10月—2017年2月(2016年秋冬),2017年10月—2018年2月(2017年秋冬)。

1.3 分析项目

可吸入颗粒物(PM_{10})、 $PM_{2.5}$ 、 O_3 、二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)。

1.4 数据处理

先剔除站点的无效数据,将每个城市国控站点污染物浓度有效值取算术平均,再根据《环境空气质量指数(AQI)技术规定》(HJ 633—2012)中AQI公式,计算得到13个设区市共5899个有效AQI日均值。

为方便比较不同地区的空气质量,将江苏省13个市分为4个区域,分别是苏沿海地区(连云港、南通、盐城)、苏西北地区(徐州、宿迁)、苏中部地区(泰州、淮安、扬州)、苏南部地区(常州、镇江、南京、无锡、苏州)。

根据AQI范围将空气质量划分为不同的类别: AQI为0~50、51~100、101~150、151~200、201~300、>300分别代表空气质量优、良、轻度污染、中度污染、重度污染和严重污染,空气质量优良(AQI≤100)即为空气质量达标。

2 结果与讨论

2.1 秋、冬季空气质量达标率

2015—2017年秋、冬季江苏省优良天数比例(空气质量达标率)在60%左右,空气质量为优的

天数占比为6.2%~19.5%,为良比例为49.4%~53.0%,轻度污染比例为20.8%~25.1%,中度污染占比为6.9%~10.1%,重度污染比例为2.3%~5.6%,严重污染比例约为0.1%~0.2%。

秋、冬季空气质量优良(达标)逐月变化见图1。由图1可见,进入10月份以后,空气质量达标率开始明显下降,每年12月份优良天数最少,次年1月之后空气质量逐步转好。2015—2017年秋、冬季空气质量达标率分别为42.9%~71.2%,49.6%~98.8%和49.9%~91.6%。

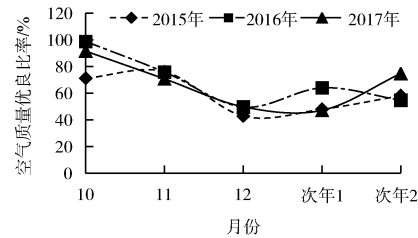


图1 秋冬季空气质量优良(达标)逐月变化

秋、冬季达标率最高、最低的城市分别是南通(72.9%)和徐州(46.7%)。不同地区的优良(达标)率排序为苏沿海(71.1%)>苏南(66.5%)>苏中(64.3%)>苏西北(52.2%)。秋、冬季苏西北地区空气质量明显下降,约近半数时段为污染天;江苏沿海地区受地理优势的客观影响,污染物扩散较快,空气质量整体优于内陆城市。

2.2 秋、冬季首要污染物

研究秋、冬季首要污染物时,去掉优良天数的首要污染物数据,选取江苏省13个设区市轻度及以上污染日的首要污染物数据进行统计分析,结果见图2(a)(b)。

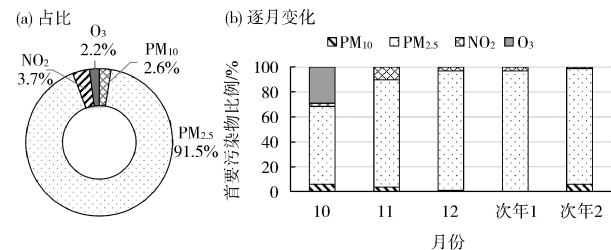


图2 秋、冬季污染日首要污染物比例和逐月变化

由图2可见,秋、冬季轻度及以上污染日首要污染物主要为 $PM_{2.5}$,占比高达91.5%。这与文献[6-7]研究结果吻合。秋、冬季 $PM_{2.5}$ 成为首要污

染物天数的占比明显上升,约占 80%~95%。 $PM_{2.5}$ 的来源十分复杂,主要分为一次源(直接排放)和二次源(二次转化)。一次源(直接排放)主要来自燃烧过程,例如化石燃料燃烧、生物质燃烧、垃圾焚烧。二次来源则是指污染源排放的气态污染物,如氮氧化物(NO_x)、 SO_2 、氨气(NH_3)、挥发性有机物(VOCs)等,在大气中经过复杂的化学反应产生的颗粒物(PM),如硝酸盐、硫酸盐、铵盐、二次有机气溶胶。秋、冬季轻度及以上污染日首要污染物为 NO_2 、 PM_{10} 和 O_3 的占比分别为 3.7%、2.6% 和 2.2%。从污染日首要污染物逐月变化可知,10—11 月,江苏省 13 个城市的首要污染物以 $PM_{2.5}$ 、 NO_2 、 PM_{10} 、 O_3 等多种污染物作为首要污染物交替出现,或者混合出现。其中,10 月份 O_3 为首要污染占比高达 29.0%, NO_2 在 11 月份成为首要污染物的比例为 10.2%,秋冬季剩余月份首要污染物主要为 $PM_{2.5}$ 。这主要是因为每年 10—11 月是秋高气爽的晴好天气,强紫外线、高温、低湿、静小风的气象条件下,容易发生光化学反应, NO_2 不但是大气污染的一次污染物,在一定条件下,还会促进 O_3 等二次污染物的生成,此时 NO_2 和 O_3 作为首要污染物出现的频率明显上升。

2.3 秋、冬季主要污染物浓度

2.3.1 $\rho(PM_{2.5})$ 和 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 特征

统计 2015—2017 年秋、冬季全省 $\rho(PM_{2.5})$ 分别是 73,61 和 65 $\mu g/m^3$,与大气污染最重的 2013 年秋、冬季的 98 $\mu g/m^3$ 比较,下降 25.1%,38.2% 和 33.8%。

分析江苏省秋、冬季 $PM_{2.5}$ 逐月变化,从 10 月开始 $\rho(PM_{2.5})$ 逐渐上升,12 月和次年 1 月维持在较高水平。除 2016 年 10 月 $PM_{2.5}$ 月均值较低,剩余月份的均值全部超过年均考核标准值^[8](35 $\mu g/m^3$),说明秋、冬季高 $\rho(PM_{2.5})$ 严重影响年度考核达标情况。江苏省秋、冬季 13 市 $\rho(PM_{2.5})$ 逐月变化见图 3。

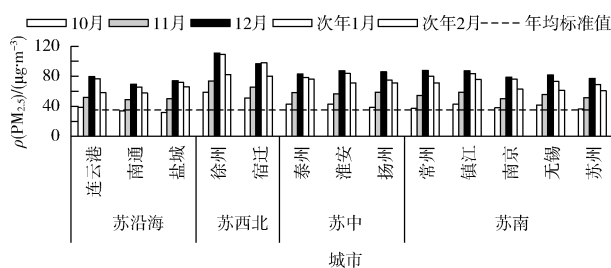


图 3 江苏省秋、冬季 13 市 $\rho(PM_{2.5})$ 逐月变化

由图 3 可见,除了 10 月份南通和盐城平均值低于考核标准值(35 $\mu g/m^3$),其他城市的剩余月份均超过考核标准值,徐州市 $PM_{2.5}$ 月均值最高,其 12 月份 $PM_{2.5}$ 均值超标 2.2 倍。除宿迁市外,其他城市 $PM_{2.5}$ 月均变化趋势一致,10—12 月份 $\rho(PM_{2.5})$ 快速上升;12 月,全省 $\rho(PM_{2.5})$ 平均超标倍数为 1.4 倍;1—2 月, $\rho(PM_{2.5})$ 下降缓慢。进入春季之前,全省 $PM_{2.5}$ 平均超标倍数仍然维持在 1 倍左右。

$PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 主要来自化石燃料的燃烧(如燃煤、机动车尾气等), $PM_{2.5}$ 有很大一部分源自气态污染物(如 SO_2 、 NO_2 、碳氢化合物等)参与的光化学反应^[9],而 PM_{10} 有很大一部分源自各类扬尘源(如沙尘、建筑扬尘、交通扬尘等)^[10]。因此, $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 越高,二次 PM 的贡献率越高,其比值越低,扬尘源的贡献率越高^[11]。目前,国内大部分城市 $\rho(PM_{2.5})$ 一般占 $\rho(PM_{10})$ 40%~60%^[12],国家在制定 PM 二级标准时,也将 $PM_{2.5}$ 的年均值二级标准限值(35 $\mu g/m^3$) 设定为 PM_{10} 年均值二级标准限值(70 $\mu g/m^3$) 的一半。江苏省 13 城市 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 见图 4。

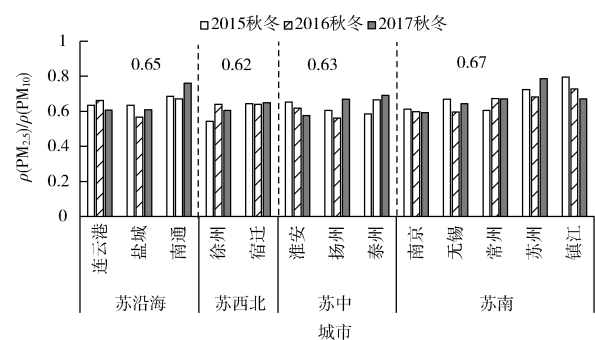


图 4 江苏省 13 个城市 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$

由图 4 可见,2015—2017 年秋、冬季全省 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 呈现逐年缓慢升高的趋势,分别为 0.63,0.65 和 0.67,全省 13 个城市秋、冬季 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 为 0.54~0.79,苏州、镇江和南通市秋、冬季 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 普遍较高,徐州最低。不同地区 $\rho(PM_{2.5})/\rho(PM_{10})$ 大小排序为苏南>苏沿海>苏中>苏西北,因此就大气 PM 而言,苏西北地区扬尘源贡献较大;苏南地区的二次颗粒物贡献更明显。而 $\rho(PM_{2.5})$ 占 $\rho(PM_{10})$ 越高,对环境的潜在污染可能性就越大,尤其是秋、冬季空气

流动性弱,对环境和人体健康的危害更高。

2.3.2 秋、冬季 $\rho(\text{NO}_2)$ 和 $\rho(\text{SO}_2)$

城市中的 NO_2 主要源自机动车尾气排放等移动污染源^[13],而 SO_2 主要源自工业燃烧(如燃煤发电、金属冶炼等)等固定污染源, $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 越高,移动污染源的贡献率越高;比值越低,固定污染源的贡献率越高^[14]。江苏省 13 个城市 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 见图 5。

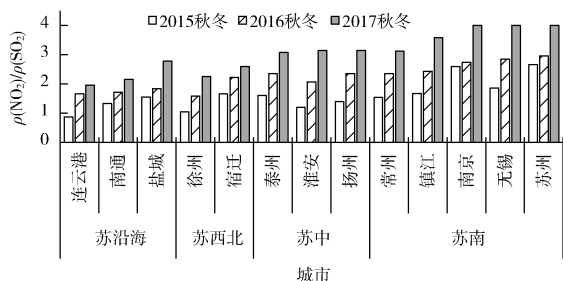


图5 江苏省 13 个城市 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$

由图 5 可见,2015—2017 年江苏 13 个城市秋、冬季的 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 逐年升高。全省 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 由 2015 年的 1.6 上升为 2017 年的 3,增幅 87.5%,说明江苏省移动污染源的对大气污染的贡献率呈逐年上升的趋势。不同地区 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 大小排序为:苏南 > 苏中 > 苏西北 > 苏沿海,江苏省 $\rho(\text{NO}_2)$ 已远远超过 $\rho(\text{SO}_2)$,这主要是因为省内机动车保有量增长较快,尤其是苏南地区汽车保有量较高^[15],而 NO_x 管控效果并不明显。 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 逐年持续升高,表明大气污染类型从燃煤性污染转变为复合型污染。

3 结论

(1) 2015—2017 年江苏省秋、冬季空气质量优良天数(达标率)约为 60%,进入 10 月份以后,优良天数比率开始明显下降,每年 12 月份空气质量优良天数最少,次年 1 月之后空气质量逐步转好。不同地区的优良(达标)率排序为苏沿海(71.1%) > 苏南(66.5%) > 苏中(64.3%) > 苏西北(52.2%)。

(2) 全省秋、冬季轻度及以上污染日的首要污染物主要为 $\text{PM}_{2.5}$,占比高达 91.5%。每年秋高气爽的晴好天气(10—11 月),强紫外线、高温、低湿和静小风的气象条件下容易发生光化学反应,生成并快速累积 O_3 ,导致 13 个城市的首要污染物以 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_2 、 PM_{10} 、 O_3 等多种污染物作为首要污染

物交替出现,或混合出现。

(3) 秋、冬季 $\text{PM}_{2.5}$ 月均值几乎全部超过年度考核标准值 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$,严重影响 $\text{PM}_{2.5}$ 年度考核达标。江苏不同地区 $\rho(\text{PM}_{2.5})/\rho(\text{PM}_{10})$ 大小排序为:苏南(0.67) > 苏沿海(0.65) > 苏中(0.63) > 苏西北(0.62);苏西北地区扬尘源贡献较大,苏南地区的二次颗粒物贡献更明显。 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 大小排序为:苏南 > 苏中 > 苏西北 > 苏沿海,同时 $\rho(\text{NO}_2)/\rho(\text{SO}_2)$ 逐年升高,表明大气污染类型从燃煤性污染转变为复合型污染。

[参考文献]

- [1] 吴兑.新版《环境空气质量标准》热点污染物 $\text{PM}_{2.5}$ 监控策略的思考与建议[J].环境监控与预警,2012,4(4):1-7.
- [2] 许燕婷,刘兴诏,王振波.基于 AQI 指数的中国城市空气质量时空分布特征[J].广西师范大学学报(自然科学版),2019,37(1):191-200.
- [3] 曹璐璐.江苏省环境空气质量现状及发展趋势[D].南京:南京林业大学,2011.
- [4] 邓爱萍.江苏省不同季节环境空气质量对比及特征分析[J].环境与发展,2016,28(2):45-48.
- [5] 邹强.苏州市区能见度变化特征影响因素分析[J].环境监控与预警,2011,3(3):41-44.
- [6] 唐邈,李鹏,肖致美,等.天津市环境空气质量现状特征分析研究[J].环境科学与管理,2015,40(2):8-11.
- [7] 于晓英,李晶.哈尔滨市环境空气污染特征变化趋势及雾霾突发原因研究[J].环境科学与管理,2014,39(7):50-53.
- [8] 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.
- [9] 李健,安俊岭,陈勇,等.脱硝技术与天然气应用情景下京津冀地区空气质量模拟评估[J].气候与环境研究,2013,18(4):472-482.
- [10] 江瑶,汪婷,沈利洪,等.2012 年苏州地区 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 的时空变化特征分析[J].热带气象学报,2015,31(1):128-136.
- [11] 王涛,康淮钰,刘梓雅,等.基于比值和偏相关的大气污染源识别——以 2014 年江苏省为例[J].复旦学报(自然科学版),2016,55(4):538-542.
- [12] 谷超.新疆环境空气中 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 比值特征分析[J].干旱环境监测,2017(2):20-25.
- [13] 叶贤满,徐昶,洪盛茂,等.杭州市大气污染物排放清单及特征[J].中国环境监测,2015,31(2):5-11.
- [14] 高爽,祝栋林,杨新宇.基于 GIS 的常州市区大气污染排放清单分析[J].环境科学与技术,2015,38(6):241-246.
- [15] 尚若静.南京市黄标车污染现状与管理对策[J].环境监控与预警,2014,6(4):30-33.

栏目编辑 李文峻