

# 泰州市冬季空气质量变化特征

吴莹<sup>1</sup>, 陈诚<sup>2</sup>, 王磊<sup>1</sup>, 程滢<sup>1</sup>, 朱希希<sup>1</sup>  
(1. 泰州市环境监测中心站, 江苏 泰州 225300; 2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

**摘 要:** 为了解泰州市冬季空气质量变化特征, 于 2013 年 12 月 27 日—2014 年 1 月 7 日对 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO、PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 进行了监测, 结合地面气象资料和 HYSPLIT 轨迹模式分析了污染物的来源与传输过程。结果表明, 观测期间 AQI 优良率仅为 25%, PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 日均值超标率分别为 58.3%、75.0%; 有机碳是泰州市  $\rho(\text{PM}_{2.5})$  中最高的化学组分, 其次是富钾和元素碳。PM<sub>2.5</sub> 主要来源为汽车尾气、工业源、燃煤, 分别占来源比例 21.76%、16.52%、15.54%。局地污染源和不利气象条件是造成大气污染的主要原因。

**关键词:** 空气质量; 可入肺颗粒物; 源解析; 冬季; 泰州  
**中图分类号:** X830      **文献标志码:** B      **文章编号:** 1674-6732(2015)06-0000-00

## The Environmental Air Quality in Taizhou During the New Year's Day

WU Ying<sup>1</sup>, CHEN Chen<sup>2</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, CHEN Ying<sup>1</sup>, ZHU Xi-xi<sup>1</sup>  
(1. Taizhou Environmental Monitoring Centre, Taizhou, Jiangsu 225300, China; 2. Jiangsu Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

**Abstract:** The characteristic of air quality in Taizhou was analyzed based on the data of NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO、PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> observed during the spring (Dec. 27, 2013-Jan. 7, 2014). The source and transmission process of pollutants were researched according to the meteorological data and the HYSPLIT trajectory model. The results showed that the air quality was poor during the observation period in Taizhou, what's more, the excellent and good rate of AQI is only 25%. The over standard rate of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> were 58.3% and 75.0% respectively. According to the monitoring data, the highest chemical composition of PM<sub>2.5</sub> was organic carbon, followed by rich potassium and elemental carbon. The main pollutant sources of PM<sub>2.5</sub> in Taizhou were automobile exhaust, industrial sources and coal, what accounted for 21.76%, 16.52%, 15.54%, respectively. It was concluded that local sources of pollution and adverse weather conditions were the main causes of the air pollution in Taizhou.

**Key words:** The excellent rate of air quality; PM<sub>2.5</sub>; Source apportionment; Meteorological condition; Taizhou

2013 年 11—12 月, 我国中东部大部分地区 (包括泰州在内) 多次出现大范围雾霾天气和空气污染, 对公众的生产和生活带来了重要影响, 雾霾和 PM<sub>2.5</sub> 成为公众关注的焦点。以往关于城市空气质量变化特征的研究多集中于京津冀、长三角、珠三角等经济发达地区中的大型城市<sup>[1-3]</sup>, 而在当前不断发生严重区域大气复合污染的情况下, 对周边中小城市进行大气污染的研究和治理尤为重要。

泰州地处长江下游北岸、长江三角洲北翼, 是上海都市圈的中心城市之一。近年来, 随着市政建设规模加大, 汽车保有量急剧增加等诸多因素的影响, 城市空气质量持续恶化。现对泰州市冬季主要污染物浓度水平、细颗粒物的主要成分及可能来源等特征进行分析, 以期政府及有关部门控制泰州

市大气颗粒物污染, 以及对长江三角洲区域性复合污染<sup>[4]</sup> 控制策略提供科学依据和技术支撑。

### 1 研究方法

#### 1.1 资料来源

依据全国城市空气质量实时发布平台的泰州市空气质量小时和日报数据, 特定研究涵盖时间段为 2013 年 12 月 27 日—2014 年 1 月 7 日共 12 d 的空气质量。气象资料由泰州市气象局提供。

#### 1.2 监测地点和仪器

在线 PM<sub>2.5</sub> 源解析监测地点设置在泰州市环境

收稿日期: 2015-03-25; 修订日期: 2015-05-25  
作者简介: 吴莹 (1987—), 女, 工程师, 硕士, 主要从事大气物  
理学与大气环境研究。

监测中心站实验室5楼平台,其周围主要是居民区,周边无局地污染源。

监测仪器为禾信仪器公司的单颗粒气溶胶质谱仪 SPAMS 0515,时段为2014年1月3日—7日。

2 结果与分析

2.1 监测期间空气质量状况

依据《环境空气质量指数(AQI)技术规范》(HJ633-2012)。监测时段内空气质量状况见表1。由表1可见,2013年12月27日—2014年1月7日,优良天数仅3 d,轻度污染3 d,中度污染4 d,重度污染2 d,表明监测期间泰州市空气质量较差。

2.2 市区污染物浓度变化

图1(a)(b)(c)(d)(e)为2014年元旦前后污

染物浓度变化。

表1 监测时段内空气质量状况<sup>①</sup>

| 时间         | 指数级别 | 指数类别 |
|------------|------|------|
| 2013-12-27 | 二级   | 良    |
| 2013-12-28 | 三级   | 轻度污染 |
| 2013-12-29 | 四级   | 中度污染 |
| 2013-12-30 | 四级   | 中度污染 |
| 2013-12-31 | 四级   | 中度污染 |
| 2014-01-01 | 四级   | 中度污染 |
| 2014-01-02 | 五级   | 重度污染 |
| 2014-01-03 | 五级   | 重度污染 |
| 2014-01-04 | 三级   | 轻度污染 |
| 2014-01-05 | 三级   | 轻度污染 |
| 2014-01-06 | 二级   | 良    |
| 2014-01-07 | 二级   | 良    |

① 2013-12-27 首要污染物为PM<sub>10</sub>,其余时间为PM<sub>2.5</sub>。

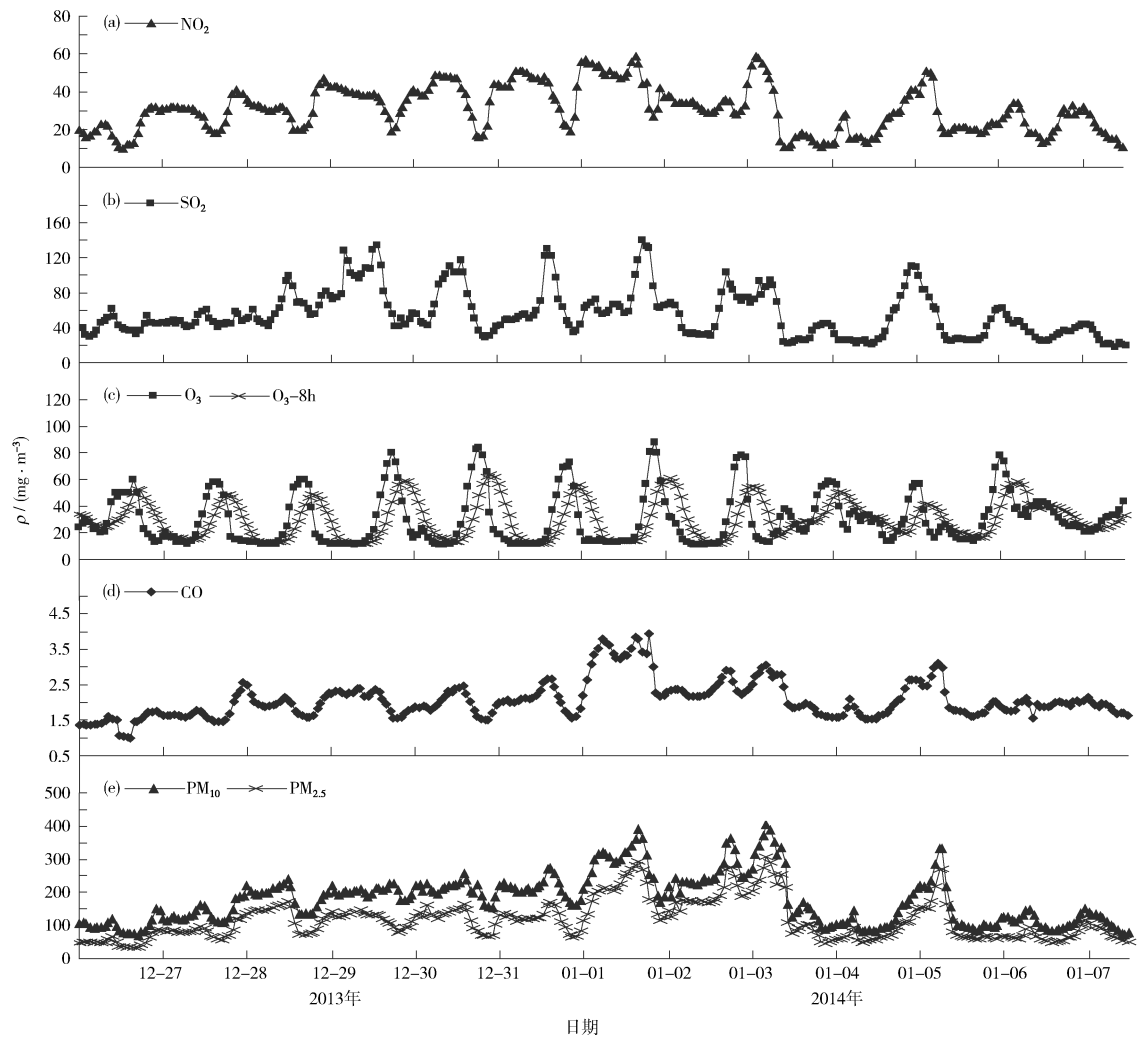


图1 污染物浓度变化

由图1可见,观测期间,NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、O<sub>3</sub>-8 h、CO、PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>日均值依次为(31.1±12.2),(55.9

$\pm 26.7$ ),  $(30.4 \pm 19.1)$ ,  $(30.3 \pm 14.0)$ ,  $(2.07 \pm 0.530)$ ,  $(179 \pm 74.9)$  和  $(117 \pm 60.1) \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 日均值超标率分别为 58.3%、75.0%<sup>[5]</sup>。NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、CO 变化趋势基本一致, 小时均值最大值都出现在 1 月 2 日, 依次为 140, 59, 3.949 mg/m<sup>3</sup>。而 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 小时均值最大值在 1 月 3 日出现, 分别为 406, 306  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。研究表明<sup>[6-8]</sup>, 空气处于静风状态且湿度大时, 大气污染物无法扩散并有积聚效应, 极易导致 PM<sub>2.5</sub> 等污染物浓度增高。泰州市气象台提供的气象资料显示, 监测期间, 近地层多以逆温为主, 大气层结较稳定, 不利于污染物扩散。除此之外, 机动车尾气、建筑施工扬尘、工业废气在大气中逐渐积累, 加剧了空气质量恶化。1 月 4 日开始, 受冷空气和降水影响, 污染物浓度开始降低。观测期间, O<sub>3</sub> 小时均值最大值达到 88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 出现在 1 月 2 日; 低值出现在 4—7 日。1 月 2 日为晴天; 4—7 日多为阴雨天气, 风速较大。

相关研究指出晴天高温, 白天太阳辐射强, 有利于 O<sub>3</sub> 的累积, 而且晴天 O<sub>3</sub> 浓度的变化幅度要比阴雨天大得多<sup>[9]</sup>。这与观测的 O<sub>3</sub> 浓度日变化特征一致, 进一步说明了 O<sub>3</sub> 日变化规律的普遍性。

### 2.3 大气中细颗粒物源解析

泰州市大气颗粒物中的主要化学成分包括有机碳、元素碳、富钾、富硅酸盐、重金属、高分子有机物等, 这和 Chan<sup>[10]</sup> 等用受体模型进行 PM<sub>2.5</sub> 源解析研究得出的结论一致。其中, 有机碳是泰州市 PM<sub>2.5</sub> 中质量浓度最高的化学组分, 其次是富钾和元素碳, 说明泰州市细颗粒物受机动车尾气影响较大。监测期间, 泰州市 PM<sub>2.5</sub> 主要来源有汽车尾气、工业源、燃煤、扬尘、生物质燃烧、二次源、海盐, 分别占来源比例为 21.76%, 16.52%, 15.54%, 10.19%, 10.12%, 9%, 0.69%, 其他来源占 16.16%。从监测数据可以看出, 汽车尾气是泰州市 PM<sub>2.5</sub> 的第一大来源。

对泰州市不同时段 PM<sub>2.5</sub> 来源分析表明, 白天 (06:00—18:00) PM<sub>2.5</sub> 来源以机动车尾气和工业源为主, 汽车尾气、工业源、燃煤、扬尘、生物质燃烧、二次源和海盐, 分别占来源比例为 26.00%, 18.33%, 12.04%, 12.53%, 8.02%, 7.83%, 0.71%, 其他来源占 14.54%。夜间 (18:00—次日 06:00) PM<sub>2.5</sub> 主要来源为燃煤和汽车尾气, 汽车尾气、工业源、燃煤、扬尘、生物质燃烧、二次源和海盐, 分别占来源比例为 18.13%, 15.37%,

20.03%, 9.38%, 10.54%, 8.28%, 0.44%, 其他来源占 17.91%。对比发现, 夜间汽车尾气、工业源和扬尘占来源比例均有不同程度的下降, 与之相反, 燃煤、生物质燃烧及其他占来源比例都有所上升。这和人类活动密切相关, 白天是人们活动、工业生产、建筑施工、交通运输的高峰期, 机动车尾气等污染源排放较多, 对 PM<sub>2.5</sub> 贡献较大; 而夜间燃煤成为 PM<sub>2.5</sub> 主要来源。

### 3 气象因素对 $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 的影响

#### 3.1 $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 与温度、湿度的关系

$\rho(\text{PM}_{2.5})$  与温湿度的变化见图 2(a)(b)。由图 2 可见, 监测期间泰州市日均  $\rho(\text{PM}_{2.5})$  与最高气温表现出相同的变化规律, 与最低气温存在一定的负相关性。日均  $\rho(\text{PM}_{2.5})$  与湿度基本呈现正相关性, 这主要是因为, 水汽是产生云的先决条件, 在相对湿度较高的地方, 出现云的机会较大, 从而减少到达近地面的紫外辐射, 使光化学反应减弱。如果污染物排放量不变, 污染物浓度将会增加。1 月 4 日开始, 受降水影响显著,  $\rho(\text{PM}_{2.5})$  明显下降。

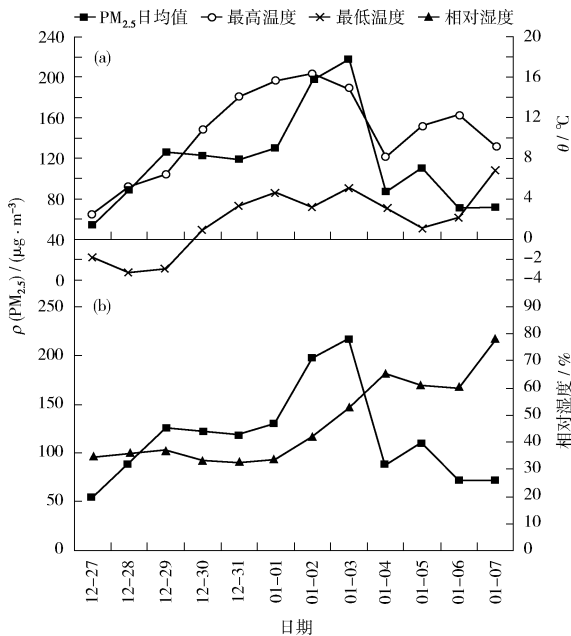


图 2  $\rho(\text{PM}_{2.5})$  与温、湿度的变化

#### 3.2 后向轨迹分析

以泰州 (32.48°N, 119.92°E) 为参考点, 利用美国海洋与大气管理局 (NOAA) 空气资源实验室 (ARL) 提供的混合型单粒子拉格朗日综合轨迹

(HYSPLIT) 模式,选取 500,1 000 和 1 500 m 这 3 个高度层,分别计算北京时间 2013 年 12 月 27 日—2014 年 1 月 7 日 08:00 之后的后向轨迹,以追

踪抵达泰州的气团过去 24 h 所经过的地方,见图 3 (a)(b)(c)。

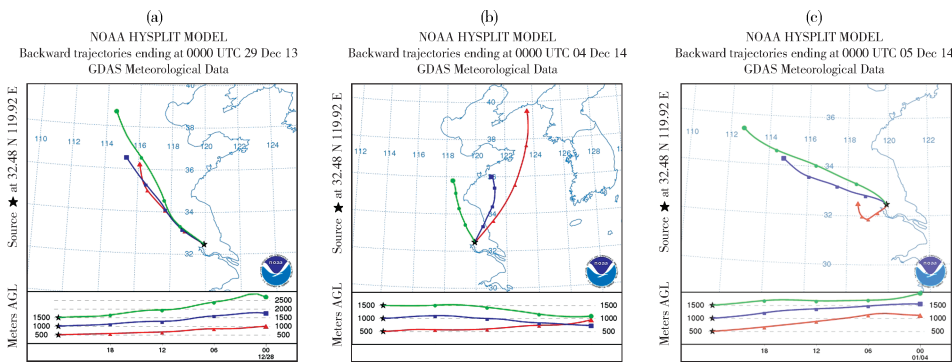


图 3 泰州 12 月 29 日、1 月 4 日、5 日北京时间 08:00 24 h 后向轨迹

由图 3 可见,2013 年 12 月 27 日—2014 年 1 月 3 日,泰州持续受到来自西北方向因污染气团影响,日均 $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 由  $54\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$  迅速增至  $217\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,连续出现 2 d 重度污染;4 日地面风向转为有利于污染物扩散的北风和东北风,低空气流来源于较为洁净的海洋,随之出现的降水对污染物进行了有效的清除,日均 $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 降至  $87\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;5 日风向转为西北偏西方向,气团途经污染同样严重的河南和安徽等地,使得污染程度再次升高,细颗粒物日均浓度超过国家二级标准,达到  $111\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;6 日冷锋过境,出现大幅度降温 and 降水,污染物浓度到达低谷,污染过程结束。

4 结论

- (1) 观测期间,AQI 优良率仅为 25%, $\text{NO}_2$ , $\text{SO}_2$ , $\text{O}_3$ ,CO, $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$  日均值依次为 31.1,55.9,30.4,2.07,179 和  $117\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。 $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$  日均值超标率分别为 58.3%,75.0%;
- (2) 泰州市大气细颗粒物主要化学成分包括有机碳、元素碳、富钾、富硅酸盐、重金属、高分子有机物等。有机碳是泰州市  $\rho(\text{PM}_{2.5})$  中最高的化学组分,其次是富钾和元素碳。细颗粒物主要来源为汽车尾气、工业源、燃煤,分别占来源比例 21.76%,16.52%,15.54%。泰州市细颗粒物受机动车尾气影响较大;白天  $\text{PM}_{2.5}$  主要来源为工业源和机动车尾气,而夜间燃煤为  $\text{PM}_{2.5}$  主要来源;

(3) 气象条件对大气环境质量影响显著,泰州市  $\text{PM}_{2.5}$  日均值与最高气温、湿度基本呈现正相关性,与最低气温存在一定的负相关性。

[参考文献]

[1] 王荟,王格慧,高士祥,等.南京市大气颗粒物春季污染的特征[J]. 中国环境科学,2003,23(1):55-59.

[2] 张菊,苗鸿,欧阳志云,等.近 20 年北京市城近郊区环境空气质量变化及其影响因素分析[J]. 环境科学学报,2006,26(11).

[3] ZHANG Y H,SU H,ZHONG L J,et al. Regional ozone pollution and observation-based approach for analyzing ozone-precursor relationship during the PRIDE-PRD 2004 campaign [J]. Atmospheric Environment,2008,42(25):6203-6218.

[4] 徐祥德,周丽,周秀骥,等.城市环境大气重污染过程周边源影响域[J]. 中国科学:D 辑,2004,34(10):958-966.

[5] 环境保护部. GB3095-2012 环境空气质量标准 [S]. 北京: 中国环境科学出版社,2012.

[6] 李宗恺,潘去仙,孙润桥. 空气污染气象学原理及应用 [M]. 北京:气象出版社,1985.

[7] 陆晓波,许建华. 一次典型灰霾天气过程及成因分析 [J]. 环境监控与预警,2009,1(1):10-13.

[8] 喻义勇,谢放尖,陆晓波,等. 南京亚青会环境空气质量状况及原因分析 [J]. 环境监控与预警,2014,6(1):5-9.

[9] DEEPAK P,BALKRISHNA S,MANOHAR L S,et al. Ground level ozone concentrations and its association with  $\text{NO}_x$  and meteorological parameters in Kathmandu Valley, Nepal [J]. Atmospheric Environment,2006,40:8081-8087.

[10] CHAN Y C,SIMPSON R W. Source apportionment of  $\text{PM}_{2.5}$  and  $\text{PM}_{10}$  aerosols in Brisbane (Australia) by receptor model [J]. Atmospheric Environment,1999,33:3251-3268.