

# The Change Feature of Surface O<sub>3</sub> and Its Precursors Concentration and Their Relevance in Langfang

Na Li<sup>1</sup>, Tao Zhou<sup>1</sup>, Hongxing Li<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Langfang Meteorological Bureau, Langfang Hebei

<sup>2</sup>Meteorological Bureau of Dachang Hui Autonomous County, Langfang Hebei

Email: lina\_nuist2011@163.com

Received: Jul. 16<sup>th</sup>, 2019; accepted: Aug. 5<sup>th</sup>, 2019; published: Aug. 12<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

According to the sequential hourly data on O<sub>3</sub> and NO<sub>2</sub>, NO, CO of 5 environmental observations during 2013 to 2017 in Langfang, the change feature of surface O<sub>3</sub> and its precursors' concentration and their relevance had been analyzed. The results showed that: the O<sub>3</sub> concentration of urban environmental observations was higher than suburban stations. The diurnal variation of O<sub>3</sub> was distributed in unimodal pattern and the minimum appeared at 7:00, the maximum appeared at 16:00. There were seasonal differences in occurrence time and O<sub>3</sub> daily peak value, the seasonal change of O<sub>3</sub> concentration was summer > spring > autumn > winter. In addition, the O<sub>3</sub> concentration increased with time during the study period. The daily variation curves of precursors such as NO<sub>2</sub>, NO, and CO had a bimodal distribution and were opposite to O<sub>3</sub>, the peak of morning coincided with the traffic morning rush hour, the night peak lagged behind the evening rush hour. The seasonal changes of the precursors concentration were same as winter > autumn > spring > summer. NO<sub>2</sub>, NO, CO and O<sub>3</sub> were negatively correlated and the correlation coefficients were -0.701, -0.698 and -0.503, respectively.

## Keywords

O<sub>3</sub>, Precursor, Change Feature, Relevance

---

# 廊坊市近地面臭氧及其前体物污染特征和相关性分析

李娜<sup>1</sup>, 周涛<sup>1</sup>, 李红星<sup>2</sup>

<sup>1</sup>廊坊市气象局, 河北 廊坊

<sup>2</sup>廊坊大厂回族自治县气象局, 河北 廊坊

Email: lina\_nuist2011@163.com

收稿日期: 2019年7月16日; 录用日期: 2019年8月5日; 发布日期: 2019年8月12日

## 摘要

利用2013年~2017年廊坊市5个环境监测站O<sub>3</sub>与NO<sub>2</sub>、NO、CO的逐时和日最大8 h滑动平均浓度连续观测资料, 探讨廊坊市近地面臭氧和前体物的污染特征以及两者间相关关系。研究发现, 廊坊市主城区内的监测站臭氧浓度值高于非主城区; 臭氧日变化特征呈现“单峰型”, 早上7:00左右浓度最低, 下午16:00左右浓度最高; 并且臭氧浓度日峰值出现的时间和大小具有季节差异; 臭氧浓度具有夏季最高, 冬季最低的季节变化特征; 同时发现研究时段内臭氧浓度随时间呈上升趋势; NO<sub>2</sub>、NO、CO等前体物的日变化曲线与臭氧相反, 呈“双峰型”, 早晨峰值出现的时间和早高峰吻合, 夜间峰值位于晚高峰之后; 前体物浓度的季节变化均是冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季, NO<sub>2</sub>、NO、CO与O<sub>3</sub>为负相关关系, 相关系数分别为-0.701、-0.698和-0.503。

## 关键词

臭氧, 前体物, 变化特征, 相关

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

臭氧是地球大气中的微量气体, 大气中 90%以上的臭氧存在于大气层的上部或平流层, 可以吸收紫外线, 保护地球生物, 只有少部分的臭氧分布在近地面。科学研究表明, 近地层的臭氧除一小部分来自于平流层的垂直传输外, 其余主要是由人类活动排放的氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、挥发性有机物(VOCs)和 CO 经过一系列复杂的光化学反应生成的二次污染物, 如果近地面层的臭氧浓度异常增加, 则会对人体健康产生伤害, 高浓度的臭氧会刺激和损害眼睛、呼吸系统等黏膜组织[1] [2]。

随着近几年工业排放的增加和人均车辆持有率的上升, 人为活动向大气中排放了大量的 NO<sub>x</sub>、CO 和 NMHC, 这些污染物在适宜的气象条件下会产生高浓度的臭氧。根据生态和环保部 2016/2017 年发布的《中国生态环境状况公报》, 2016 年全国 O<sub>3</sub> 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度为 138 μg/m<sup>3</sup>, 比 2015 年上升了 3.0%; 超标天数比例为 5.2%, 比 2015 年上升 0.6 个百分点。2017 年 O<sub>3</sub> 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度平均为 149 μg/m<sup>3</sup>, 比 2016 年上升 8.0%; 超标天数比例为 7.6%, 比 2016 年上升 2.4 个百分点。2017 年, 74 个新标准第一阶段监测实施城市以 PM<sub>2.5</sub> 为首要污染物的天数占污染总天数的 47.0%, 以 O<sub>3</sub> 为首要污染物的占 43.1% [3]。

廊坊市地处京津冀腹地, 位于北京和天津两大城市之间, 大气污染一度成为影响廊坊人民生活的大问题。随着政府对大气环境的重视, 通过相关部门共同努力, 廊坊大气污染治理卓有成效。但是, O<sub>3</sub> 浓度却不降反升, 且臭氧超标现象越来越严重。2013~2017 年廊坊以 O<sub>3</sub> 为首要污染物的天数所占比例逐年增加, 从 2013 年的 7.5%增长为 2017 年的 35.2%, 超过了 PM<sub>2.5</sub>, 严重影响着廊坊大气污染治理的成效。

国内外针对城市臭氧污染的研究已有不少[4]-[11], 其中针对臭氧和其前体物的相关性方面, 王占山等[12]分析了北京城区臭氧日变化特征及与前体物的相关性, 研究表明 CO、NO、NO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 等前体物多呈现双峰型分布, 与 O<sub>3</sub> 均呈显著的负相关性; 宋从波等[1]对大气中 NO、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> 研究发现臭氧浓度存在周末效应, 且 NO<sub>x</sub> 排放高峰比工作日排放滞后 2 h, 能更有效地促进臭氧的生成; 薛莲等[13]探讨了青岛前体物对 O<sub>3</sub> 生成的影响及贡献, 结果证明 O<sub>3</sub> 的生成主要受前体物 VOCs 控制, 且烯烃对 O<sub>3</sub> 生成的贡献远高于烷烃和芳香烃; 针对廊坊臭氧污染的研究方面, 田谧等[14]利用 2009 年 7 月~2010 年 6 月对廊坊大气污染物单站点的连续观测资料研究发现廊坊地区的一次污染物浓度日变化呈早晚双峰型, 冬季变化幅度最大, 臭氧等二次污染物日变化为单峰型, 最大值出现在夏季午后; 周贺玲等[15]发现廊坊臭氧浓度日变化呈“一峰一谷”型, 并且分析了气象因素对臭氧浓度的影响; 李磊等[16]分析了太阳辐射强度、气温、总云量和风速风向等气象因素对廊坊 O<sub>3</sub> 生成速率和小时平均体积分数的影响; 总体来看, 之前对于廊坊臭氧的研究工作大多是针对某一时段或某个观测点, 而对于多点位、长时间序列的研究还较少, 本文利用 2013 年~2017 年廊坊五个环境监测站的臭氧及其前体物的连续监测资料分析探讨了廊坊市地面臭氧及其前体物的污染特征和两者之间的关系, 以为廊坊乃至京津冀地区的臭氧污染防治提供科学合理的依据。

## 2. 数据概况

廊坊市环保局连续多年对廊坊五个环境监测站的臭氧及臭氧前体物进行监测, 五个环境监测站分别是环境监测监理中心、药材公司、开发区管委会、河北工业大学和北华航天学院, 其中环境监测监理中心站于 2016 年 6 月 1 日迁至河北工业大学。环境监测监理中心位于廊坊市环保局楼顶, 周边是城中村, 代表城中村污染类型, 北华航天学院、药材公司和河北工业大学位于市区, 紧邻交通主干道, 代表主城区污染类型, 开发区管委会位于开发区, 周边工业园密集, 代表工业源区污染型[1]。

臭氧及其前体物浓度资料为 2013 年~2017 年廊坊市 5 个环境监测站逐时质量浓度和日最大 8 h 滑动平均浓度连续观测资料, 其中环境监测监理中心站资料时间长度为 2013 年 1 月 1 日~2016 年 5 月 31 日, 河北工业大学站资料时间长度为 2016 年 6 月 1 日~2017 年 12 月 31 日, 臭氧及其前体物小时浓度监测采用美国 Thermo 环境设备公司生产的 42i 型化学发光 NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> 分析仪和 49i 紫外光度法 O<sub>3</sub> 分析仪, 各监测仪器均有校准仪参照国家标准定期校准, 保证监测数据的准确性和有效性。

## 3. 臭氧的时空分布特征

### 3.1. 臭氧浓度的空间分布特征

为了分析廊坊市臭氧浓度的空间分布特征, 现将 5 个环境监测站的资料进行对比分析, 结果如表 1 所示。比较可见, 河北工业大学站年平均浓度最高, 为 60.28 μg/m<sup>3</sup>, 北华航天学院的最大小时浓度最高, 为 375 μg/m<sup>3</sup>; 代表主城区污染类型的河北工业大学站、药材公司站和北华航天学院站浓度较高, 而远离主城区的环境监测监理中心站浓度明显低于其它站, 说明廊坊主城区内臭氧浓度高于非主城区。

**Table 1.** The annual mean and the maximum hour concentration of O<sub>3</sub> of 5 environmental stations in Langfang (Unit: μg/m<sup>3</sup>)  
**表 1.** 廊坊 5 个环境监测站臭氧的年平均浓度和最大小时浓度(单位: μg/m<sup>3</sup>)

	环境监测监理中心	北华航天学院	药材公司	开发区管委会	河北工业大学
年平均浓度	54.06	58.76	57.61	57.33	60.28
小时最大浓度	283	375	363	350	364

### 3.2. 臭氧浓度的日变化和季节变化

图 1 是廊坊市 5 个监测站臭氧浓度日变化曲线。可以看到, 5 个站的臭氧浓度日变化曲线一致, 具有明显的特征, 呈“单峰型”。一天之中, 早晨 7:00 左右位于波谷, 浓度值最低, 午后 16:00 左右, 位于波峰, 浓度值最高。7:00~16:00 是臭氧浓度增长的区间, 随着早高峰  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  等前体物的排放增加, 太阳辐射强度增强, 温度升高, 光化学反应也随之增强, 臭氧浓度缓慢累积, 到午后 16:00 左右, 浓度值最高。而在 16:00~次日 7:00 之间的时段是臭氧浓度下降的区间, 夜间湍流运动减弱, 近地面的沉积作用加强, 加上  $\text{NO}$  对臭氧的消耗, 所以臭氧浓度在入夜后持续下降, 在第二天日出前后出现最低值。

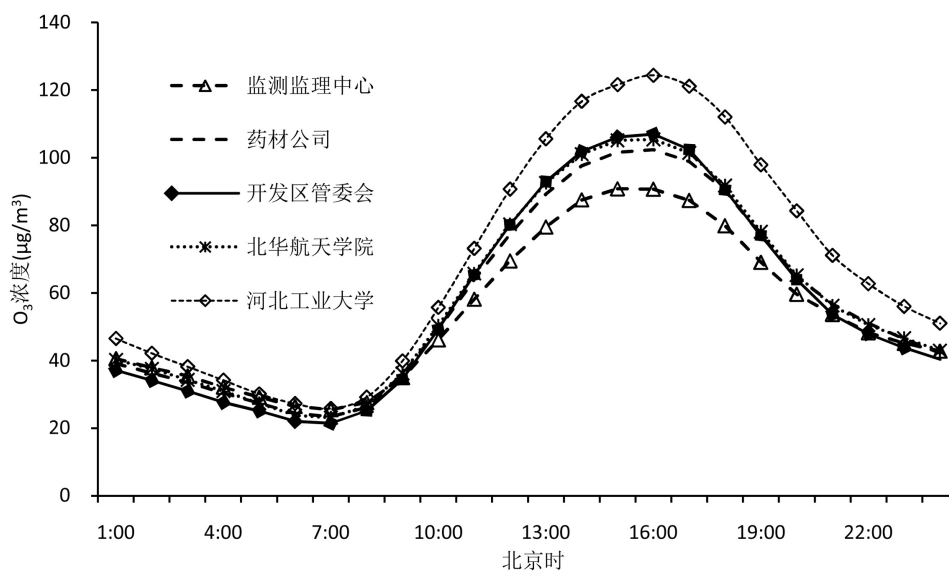


Figure 1. The diurnal variation curves of  $\text{O}_3$  of 5 environmental stations in Langfang during 2013-2017

图 1. 2013~2017 年廊坊市 5 个站臭氧浓度日变化曲线

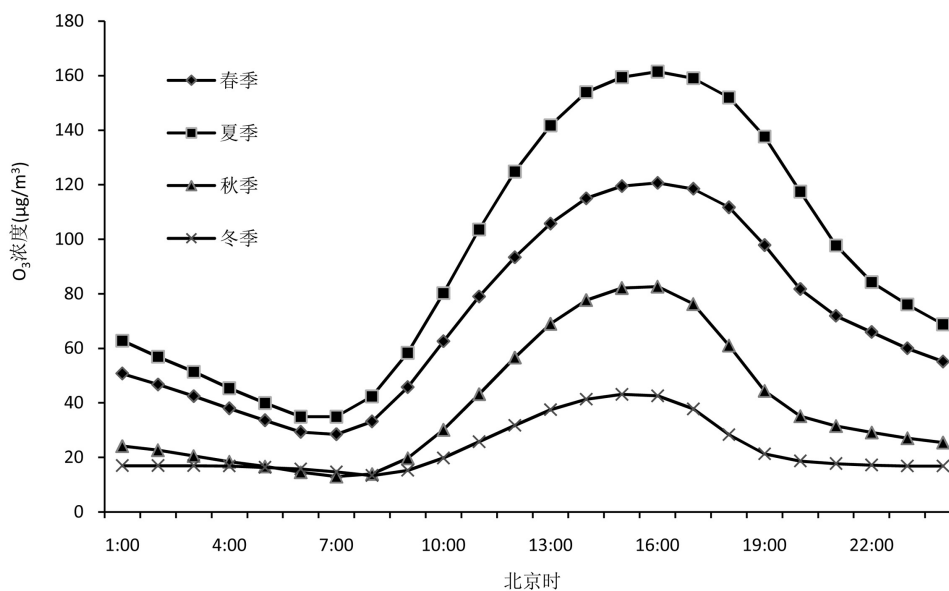


Figure 2. The diurnal variation curves of  $\text{O}_3$  in seasons in Langfang during 2013-2017

图 2. 2013~2017 年廊坊市四季臭氧浓度日变化曲线

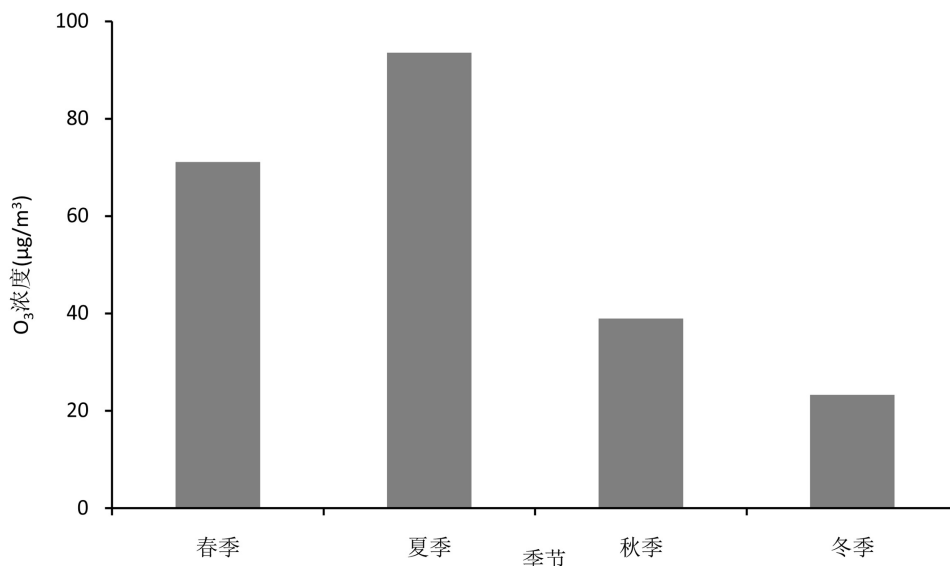


Figure 3. The seasonal variation of O<sub>3</sub> concentrations

图 3. 廊坊臭氧浓度季节变化

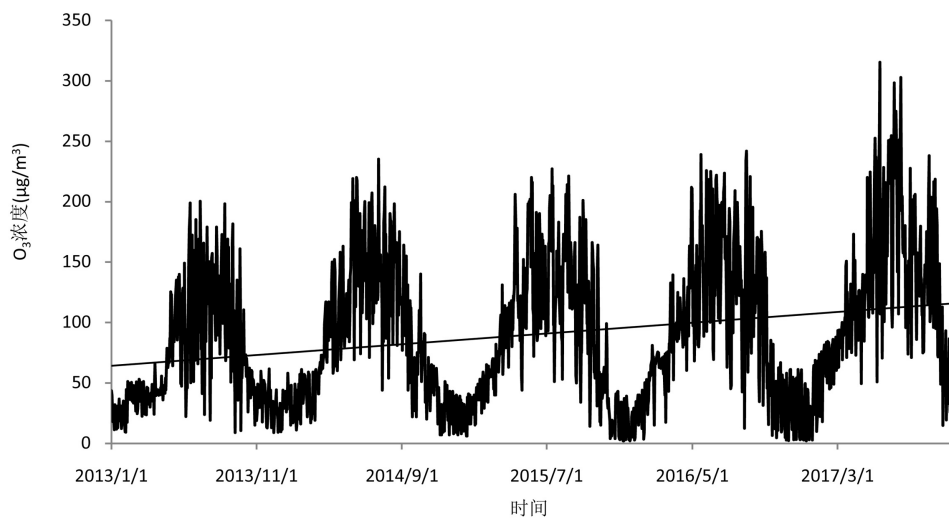
图 2 是廊坊四季臭氧浓度日变化曲线, 可以看到日峰值的大小和出现时间表现出明显的季节差异。四季峰值分别是 120.64、161.42、82.61、43.15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 夏季 > 春季 > 秋季 > 冬季, 夏季日变化最大, 冬季日变化最小。至于出现峰值的时间, 春季、夏季、秋季三季时间相同, 都是 16:00 左右, 而冬季出现时间提前至 15:00, 与日最高温的出现时间一致。另外从廊坊臭氧浓度的季节分布来看(图 3), 夏季(6~8 月)臭氧浓度最高, 为 93.54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 冬季(12~2 月)臭氧浓度最低, 为 23.31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。这是因为廊坊属于典型的温带季风性气候, 影响光化学反应的气象因素季节差异较大, 夏季太阳短波辐射强, 日照时间长, 平均气温高, 有利于光化学反应生成, 且盛行偏南风, 可以将河北南部城市的臭氧和臭氧前体物向廊坊地区输送, 而冬季日照时间短, 太阳紫外辐射强度弱, 平均气温低, 不利于臭氧的生成, 此外人类活动导致的排放也因季节而异[16]。

### 3.3. 臭氧浓度的年变化

图 4 是臭氧日最大 8 h 滑动平均浓度随时间变化曲线, 可以看到廊坊臭氧浓度随时间整体呈上升趋势, 2013~2016 年缓慢上升, 2016~2017 年较之前上升明显。2013~2017 年臭氧日最大 8 h 滑动平均浓度分别是, 198.0、235.0、227.0、241.8、315.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。根据国家环境保护标准《HJ633—2012 环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》规定, 当日最大 8 h 滑动平均浓度 > 160  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  时超标, 而 2017 年最大浓度为 315.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 超标了 97%。并且周贺玲等人研究表明, 廊坊 2013~2015 年间, 四个监测站的超标率均大于 2.7%。说明廊坊的臭氧污染形势严峻, 臭氧污染的治理刻不容缓[15]。

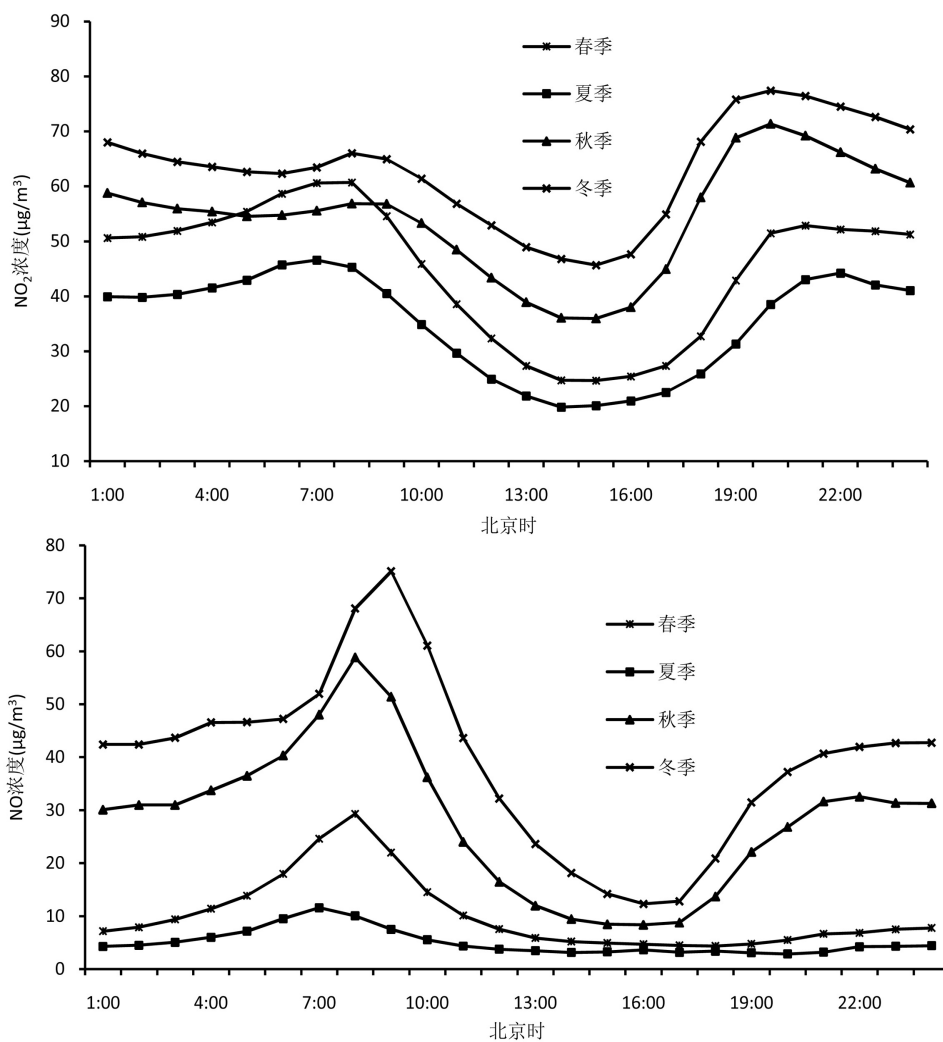
## 4. NO、NO<sub>2</sub> 和 CO 等臭氧前体物的时间变化特征

从图 5 中可以看到, 廊坊 NO<sub>2</sub>、NO、CO 浓度的日变化曲线均呈双峰型分布, 与臭氧的日变化分布型相反。并且季节特征明显, 秋冬季浓度远远高于春夏季, 峰值的大小和出现时间随季节不同有所差异。这是因为廊坊的采暖期为每年的 11 月 15 日-次年 3 月 15 日, 工业锅炉和采暖锅炉会排放大量的污染物, 并且采暖期间位于非汛期, 降水少, 湿沉降作用减弱, 逆温出现频率和强度高, 污染物水平扩散条件和垂直扩散条件较差, 不利于扩散[17]。



**Figure 4.** The time-varying curve of daily maximum 8-hour average concentrations of  $O_3$  in Langfang during 2013-2017

**图 4.** 2013~2017 年廊坊市日臭氧日最大 8 h 滑动平均浓度变化曲线



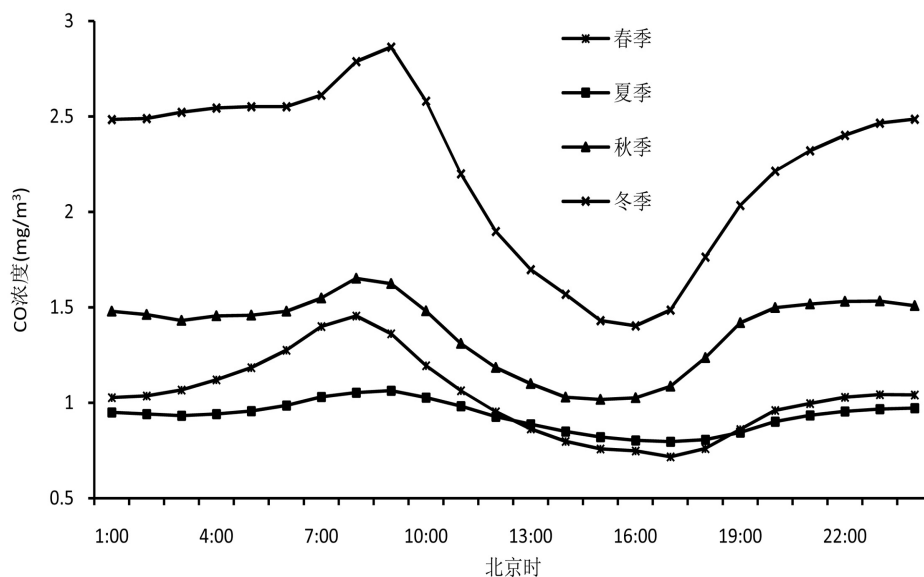


Figure 5. The diurnal variation curves of  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$  and  $\text{CO}$  in seasons in Langfang during 2013-2017

图 5. 2013~2017 年廊坊市  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  浓度四季日变化曲线

对于  $\text{NO}_2$  来说, 日间峰值出现在早晨 7:00~8:00 左右, 晚间峰值出现在晚上 20:00~22:00 之间。日间峰值出现的时间秋冬季最晚, 夏季最早, 晚间峰值出现的时间秋冬季最早, 夏季最晚, 接近于晚上 22:00。峰值大小冬季>秋季>春季>夏季, 分别是 77.39、71.35、60.69、46.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

相比于  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$  的季节差异更大, 冬季平均浓度 39.16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 夏季平均浓度为 5.06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 相差 7 倍, 峰值大小冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季, 分别是 75.12、58.83、29.31、11.58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。日间峰值出现在 7:00~9:00 之间, 夏季最早, 冬季最晚; 晚间峰值在 22:00 之后, 季节差异不大。

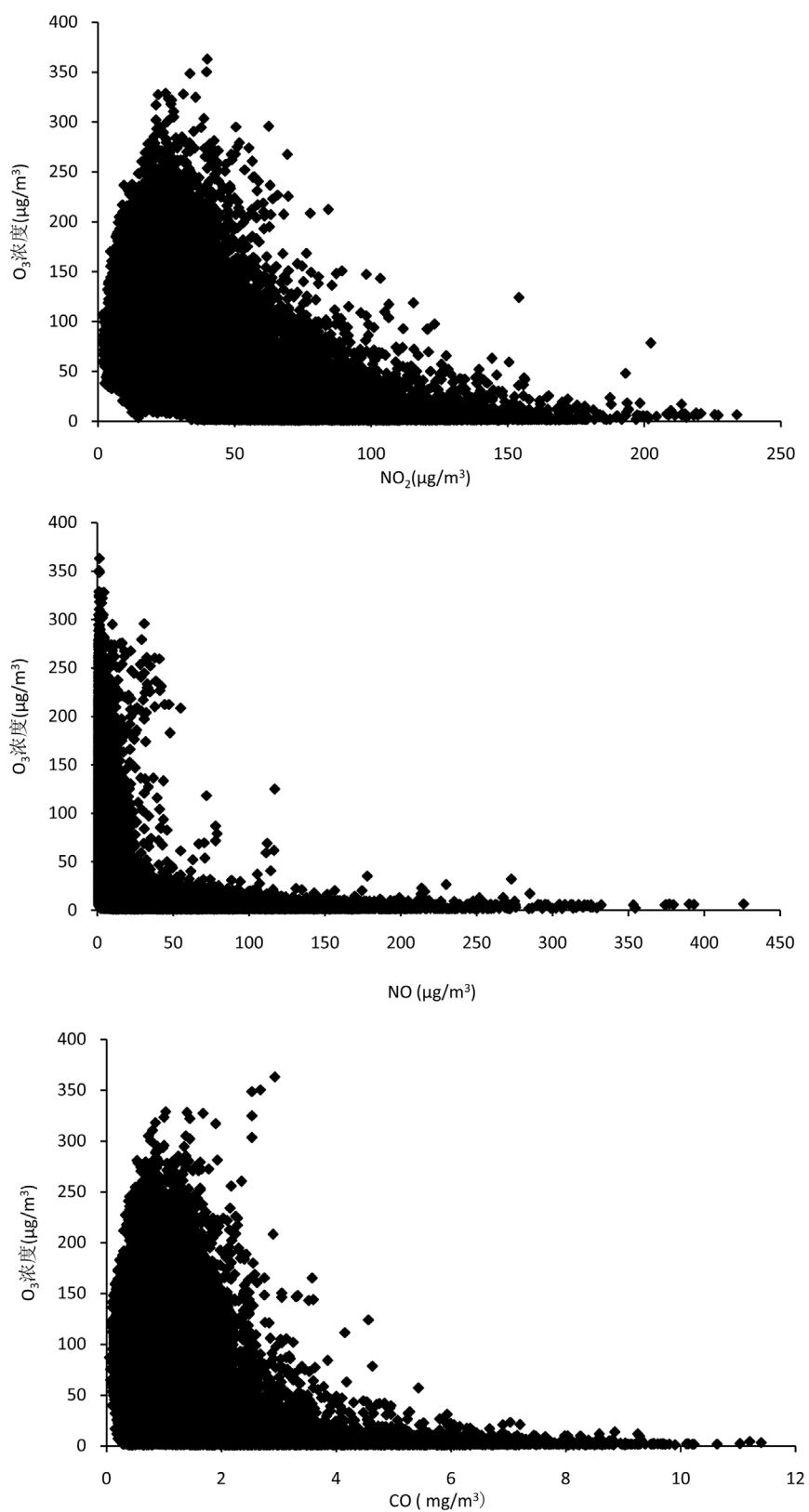
$\text{CO}$  冬季的浓度明显高于其它三季, 冬季的最低值(1.4  $\text{mg}/\text{m}^3$ )比夏季的峰值(1.05  $\text{mg}/\text{m}^3$ )还高, 日间峰值浓度高于夜间峰值, 峰值大小冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季, 分别是 2.86、1.65、1.46、1.05  $\text{mg}/\text{m}^3$ 。日间峰值冬季 9:00 左右, 春、夏、秋三季 8:00; 晚间峰值在 22:00 之后, 季节差异不大。

$\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  的日分布都呈双峰型, 峰值出现的时间受人类活动和自然环境的双重影响。日间峰值的出现时间和早高峰相吻合, 主要受交通早高峰汽车尾气排放的影响, 夜间峰值位于晚高峰之后, 受交通晚高峰和大气扩散条件转差的共同影响, 夜间边界层高度逐渐降低, 湍流活动减弱导致气流垂直交换弱, 大气扩散条件转差, 污染物逐渐堆积, 因此夜间峰值出现的时间相对滞后于晚高峰[1]。

## 5. $\text{O}_3$ 与前体物之间的关系

$\text{O}_3$  属于二次污染物, 主要由过氧自由基氧化  $\text{NO}$  生成  $\text{NO}_2$ , 随后  $\text{NO}_2$  光解生成  $\text{O}_3$ , 此外  $\text{O}_3$  也可以通过一些化学反应进行消耗, 例如  $\text{NO}$  可通过和  $\text{O}_3$  反应生成  $\text{NO}_2$  [12]。

前文提到  $\text{O}_3$  浓度的日变化和  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  等前体物的日变化曲线基本相反,  $\text{O}_3$  为单峰型分布, 峰值位于下午 16:00 左右, 而  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  的日分布为双峰型, 下午 16:00 正好是最低值出现的时间, 说明  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  和  $\text{O}_3$  呈负相关。图 6 分别是  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  和  $\text{O}_3$  的散点图, 也可以看出, 三者均与  $\text{O}_3$  呈明显负相关, 为了验证其相关性, 对  $\text{O}_3$  和  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  进行 Spearman 相关分析, 其相关系数分别为 -0.701、-0.698 和 -0.503, 且通过  $\alpha = 0.01$  的显著性水平检验。即  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$  的浓度与  $\text{O}_3$  浓度为显著负相关, 而  $\text{CO}$  对  $\text{O}_3$  浓度的影响不如前两者大, 这是因为  $\text{CO}$  在大气化学反应中惰性相对较大。



**Figure 6.** The scatter plots of NO<sub>2</sub>, NO, CO and O<sub>3</sub>  
**图 6.** NO<sub>2</sub>、NO、CO 和 O<sub>3</sub> 浓度散点图



## 6. 结论

- 1) 廊坊市主城区内的监测站臭氧浓度值高于非主城区。
- 2) 廊坊市臭氧日变化曲线为“单峰型”，早上 7:00 左右浓度最低，下午 16:00 左右浓度最高。臭氧浓度日峰值出现的时间和大小具有季节差异，夏季浓度最高，冬季最低。
- 3) 廊坊市臭氧浓度随时间呈上升趋势，2013~2016 年之间缓慢上升，2016~2017 年有一个明显的上升。
- 4) NO<sub>2</sub>、NO、CO 等前体物的日变化曲线与臭氧相反，呈“双峰型”，早晨峰值出现的时间和早高峰吻合，夜间峰值位于晚高峰之后；浓度的季节变化冬季 > 秋季 > 春季 > 夏季，主要与污染排放和大气扩散条件有关。早间峰值主要受交通早高峰汽车尾气排放的影响，晚间峰值受交通晚高峰和大气扩散条件转差的共同影响。
- 5) NO<sub>2</sub>、NO、CO 与 O<sub>3</sub> 呈显著负相关，相关系数分别为-0.701、-0.698 和-0.503，均通过了 0.01 的显著性检验。

## 基金项目

廊坊市气象局项目(201705)。

## 参考文献

- [1] 宋从波, 李瑞芃, 何建军, 等. 河北廊坊市区大气中 NO、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> 污染特征研究[J]. 中国环境科学, 2016, 36(10): 2903-2912.
- [2] 张良, 王晓利, 王占山, 等. 2014 年石家庄市 O<sub>3</sub> 污染特征[J]. 环境科学与技术, 2017, 40(7): 1-8.
- [3] 环境保护部. 《2016 中国环境状况公报》、《2017 中国生态环境状况公报》[R].
- [4] 佟霁坤, 陈海婴, 刘晶晶. 保定市夏季臭氧及其前体物浓度变化特征分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(6): 116-118.
- [5] 刘献辉, 周兵利. 洛阳市老城区环境空气中臭氧污染特征及相关气象要素分析[J]. 环境研究与监测, 2014, 27(2): 14-17.
- [6] 安俊琳, 王跃思, 李昕, 等. 北京大气中 NO、NO<sub>2</sub> 和 O<sub>3</sub> 浓度变化的相关性分析[J]. 环境科学, 2007, 28(4): 706-711.
- [7] 张奇磊, 吴礼裕, 朱晨阳. 常州地区近地面 O<sub>3</sub> 及其前体物相关性研究[J]. 环境科学与管理, 2015, 40(2): 123-125.
- [8] 王宏, 陈晓秋, 余永江, 等. 福州近地层臭氧分布及其与气象要素的相关性[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(4): 175-181.
- [9] Pont, V. and Fontan, J. (2001) Comparison between Weekend and Weekday Ozone Concentration in Large Cities in France. *Atmospheric Environment*, **35**, 1527-1535. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(00\)00308-3](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00308-3)
- [10] 洪盛茂, 焦荔, 何曦, 等. 杭州市区大气臭氧浓度变化及气象要素影响[J]. 应用气象学报, 2009, 20(5): 602-609.
- [11] 王宇骏, 黄新雨, 裴成磊, 等. 广州市近地面臭氧时空变化及其生成对前体物的敏感性初步分析[J]. 安全与环境工程, 2016, 23(3): 83-88.
- [12] 王占山, 李云婷, 陈添, 等. 北京市臭氧时空分布特征[J]. 环境科学, 2014, 35(12): 4446-4453.
- [13] 薛莲, 许少才, 孙萌, 等. 气象要素及前体物对青岛市臭氧浓度变化的影响[J]. 中国环境监测, 2017, 33(4): 179-185.
- [14] 田谧, 吉东生, 王跃思, 等. 河北廊坊地区大气污染物变化特征与来源追踪[J]. 环境工程学报, 2013, 7(12): 4895-4903.
- [15] 周贺玲, 周玉都, 闻静. 河北廊坊近地面层 O<sub>3</sub> 特征及其影响因素[J]. 干旱气象, 2017, 35(3): 405-411.
- [16] 李磊, 赵玉梅, 王旭光, 等. 廊坊市夏季臭氧体积分数影响因素及生成敏感性[J]. 环境科学, 2017, 38(10): 4100-4107.
- [17] 潘本锋, 程麟钧, 王建国, 等. 京津冀地区臭氧污染特征与来源分析[J]. 中国环境监测, 2016, 32(5): 17-23.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网首页：<http://cnki.net/>，点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”，跳转至：<http://scholar.cnki.net/new>，搜索框内直接输入文章标题，即可查询；  
或点击“高级检索”，下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5485，即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版：<http://www.cnki.net/old/>，左侧选择“国际文献总库”进入，搜索框直接输入文章标题，即可查询。

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[aep@hanspub.org](mailto:aep@hanspub.org)