Ecological Environment and Protection
生态环境与保护
第 6 卷◆第 6 期◆版本 1.0◆2023 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4740 /（中图刊号）：715GL012

宁波市臭氧污染特征、影响因素及预测技术研究

何雪芹　蔡阳波　黄佳丽
浙江仁欣环科院有限责任公司
DOI:10.12238/eep.v6i6.1872

[摘　要] 随着城市化的快速发展以及经济建设的不断进步,大气环境所面临的污染压力不断增加,臭氧污染已成为环境污染当中的重要组成部分。本文以臭氧污染物的来源及其主要危害作为切入点,以宁波市为例针对臭氧及其前体物污染特征进行了明确,同时分析了臭氧生成潜势,同时立足实际针对臭氧污染的预测模型进行了构建,力求进一步掌握城市环境下臭氧污染的主要来源,使污染管控与治理工作更具针对性和有效性。
[关键词] 臭氧污染；特征表现；影响因素；预测技术
中图分类号：X131　文献标识码：A

Research on the characteristics, influencing factors and prediction technology of ozone pollution in Ningbo city

Xueqin He　Yangbo Cai　Jiali Huang
Zhejiang Renxin Academy of Environmental Sciences Co., LTD

[Abstract] With the rapid development of urbanization and the continuous progress of economic construction, the pollution pressure faced by the atmospheric environment is increasing, and ozone pollution has become an important part of environmental pollution. In this paper, the source of ozone pollutants and its main harm as the breakthrough point, in Ningbo as an example for ozone and its precursor pollution characteristics are clear, and analyzed the ozone generation potential, based on the actual prediction model for ozone pollution, strive to further grasp the main source of ozone pollution under the urban environment, make the pollution control and management work more targeted and effective.
[Key words] ozone pollution; characteristic performance; influencing factors; prediction technology

引言

臭氧,是氧气的同素异形体,化学式为O_3,在气体状态下呈淡蓝色,高浓度下具有浓烈气味与强氧化作用,但在常温常压下的辨识度较低,因此对臭氧污染的防治工作提出了一定的挑战。近年来,臭氧污染逐渐成为继$PM_{2.5}$之后的又一项关键性环境污染物,相关从业者应当进一步强化对于臭氧污染的关注与重视,明确臭氧污染的主要来源及其影响作用,同时结合实际给出相应的解决方案与治理措施,使大气环境得到进一步优化,实现可持续发展的目标要求。

1 研究区域与研究方法

为了进一步明确大气环境当中O_3污染物的主要危害,掌握O_3污染物的特征表现、影响因素以及未来预测要求,使O_3污染物的控制更加便捷有效。相关研究团队应当明确本次研究的区域与研究方法,为强化研究工作成果做出相应贡献。

1.1研究区域

本文以浙江省宁波市的03污染特征及其影响要素进行分析,以期加强研究可行性与针对性。

1.1.1宁波市简介

宁波市地处浙江省东北部,长江三角洲南侧,是我国东南沿海重要的港口城市,总面积为9816平方千米,全境地势西南高、东北低,属于典型的亚热带季风气候,温和湿润,四季分明。年均降水量约为1480mm,五至九月降水量占据全年降水量的60%以上,山地丘陵地带的平均降水量往往大于平原地带。

1.1.2分析数据来源

为了重点分析某一时段内O_3污染物分布特征与影响因素研究成效,需要尽可能保障分析数据的权威性、准确性与可靠性,本文采用2022年8月的国家光化学组分网VOCs在线监测数据进行分析。

1.2研究方法

待分析数据整合采集完成后,结合实际情况给出明确的研究方案以及研究方法,从不同角度针对O_3污染物在城市内部的分布发展情况进行全面梳理,进而针对不同的研究方案进行比对,尽可能强化研究方案的可行性。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4740 /（中图刊号）：715GL012

1.2.1影响要素研究

城市内部环境要素较为复杂,影响大气流动的因素较为丰富,可能会导致O_3污染物发生难以预测的变化,因此只有明确大气环境下影响O_3污染物分布的要素,才能给出针对性的处理与防治方案,减少O_3污染物的含量。首先,组织专业力量针对城市化环境当中可能对O_3污染物分布与数量造成影响的要素进行整合,同时基于上述数据信息进行相关性分析,针对不同要素对O_3污染物流动和分布状态的影响进行排列与划分,同时依托Loess模型针对O_3污染物浓度变化状态以及变化趋势进行总结,并结合上文所述的城市内部监测点给出的不同时段统计数据针对O_3污染物与影响要素之间的关联性进行明确,确保O_3污染治理工作的可靠性。

1.2.2各种前体物污染特征研究

在城市大气环境当中,除了O_3污染物之外,还有包括VOCs/$PM_{2.5}$/NO_X等在内的一系列污染物,这些污染物含量比重的变化也会对O_3污染物的含量造成一定的影响。在这一过程当中,能够针对上述污染物的每日变化情况进行记录与分析,明确各污染物之间的相互关联影响。

1.2.3本地区臭氧生成潜势研究

为了更加直观地掌握O_3污染物含量变化的影响因素,确保O_3污染治理工作的有效性与针对性,结合本地区环境空气中有机污染物组分分析及背景浓度分析,研究臭氧生成潜势污染物,加强对不同污染物潜势权重的分析和梳理,使O_3污染物的管控与治理工作得到进一步落实。

2 臭氧及其前体物污染特征

2022年1—8月,宁波市臭氧污染形势严峻,浓度同比上升、污染天数同比增加。根据监测结果,1—6月我市臭氧污染趋势与历年基本一致,污染天数相差不大,但7—8月,臭氧污染天数显著增加,浓度上升明显。由于臭氧生成与气温、湿度、辐射等气象因素密切相关,还与前体物(VOCs和NOx)有关。

2.1气象因素对臭氧的影响

2022年7—8月宁波市处于强副高的控制,气象条件有利于臭氧生成,具体体现在：(1)气温异常偏高,持续时间长(大约45天突破35℃以上),其中7月平均气温30.8℃,较常年高出1.9℃；8月平均气温30.9℃,较常年高出2.4℃。(2)风速较小,大多≤3m/s,大气扩散能力弱。(3)根据气象资料分析,7—8月宁波市降水清除和强对流天气清除为近5年历史最低,7月平均降雨量86mm,较常年同期少47%,平均降雨量78mm,较常年同期少63%。四是大气相对湿度较低,处于30%—70%区间内。

对臭氧浓度和气象因素(温度、湿度、风速、风向)进行相关性分析,见图1,臭氧高值主要出现在温度(35℃～40℃),相对湿度(40%～70%)和风速(≤3m/s)区间内。从风向上看,臭氧浓度相对高值主要集中在西北、东北和偏北方向,而东南方向和南面方向相对较低。

2.2臭氧及其前体物污染特征

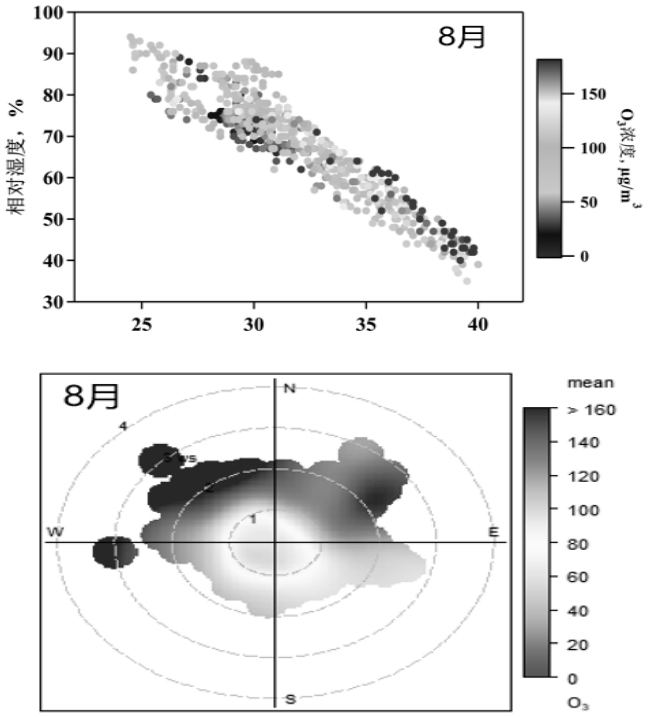


图1 宁波市7—8月臭氧浓度和气象因素分析

对2022年8月臭氧浓度与$PM_{2.5}$、VOCs、NO_2进行相关性分析,见图2,臭氧出现污染时它们之间呈现较好的一致性,主要体现在：(1)臭氧污染时NO2浓度升高,变化趋势基本一致；(2)臭氧污染时VOCs浓度升高,待臭氧达到峰值后VOCs浓度也逐渐下降；(3)臭氧污染时$PM_{2.5}$浓度升高,表明大气中存在气粒转化的光化学反应,挥发性有机物被氧化成半挥发性或低挥发性物质,进而生成二次颗粒物,导致$PM_{2.5}$浓度升高。

上述关联性分析进一步验证了臭氧、VOCs和$PM_{2.5}$之间的紧密关系。VOCs是$PM_{2.5}$和O_3生成的重要前体物,在光照下VOCs与NOx反应可以生成臭氧,同时,VOCs经过一系列光化学反应,其中某些较低蒸汽压的二次有机物,可通过成核作用、凝结、气粒分配等过程形成二次有机气溶胶,成为颗粒物的一部分。

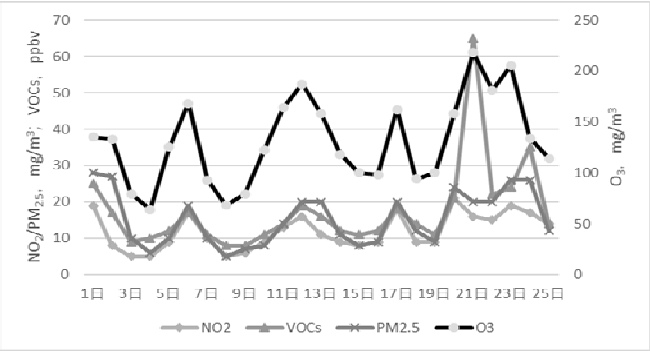


图2 8月份臭氧与NO_2、VOCs、$PM_{2.5}$相关性分析

3 臭氧生成潜势分析

臭氧生成潜势(Ozone Formation Potential,OFP)用于表征不同挥发性有机物(VOCs)生成臭氧的潜能,是综合衡量VOCs物质的

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

反应活性对臭氧生成的指标参数。可用来分析不同排放源VOCs物质对环境空气中臭氧的潜在贡献,确定重点VOCs控制源。OFP大小决定于VOCs物质排放量及该物种的最大增量反应活性(MIR)。

采用VOCs在线监测数据分析,宁波市环境空气中VOCs物质化学组成及浓度见图3,宁波市环境空气VOCs化学组成占比中,烷烃、含氧有机物和卤代烃占比高,三者占总VOCs比例达到80%,烯炔烃和芳香烃占比较小。从VOCs种类浓度看,浓度最高的丙酮、乙烷、丙烷、异丁烷、二氯甲烷、乙烯、丙烯、异戊烷等。

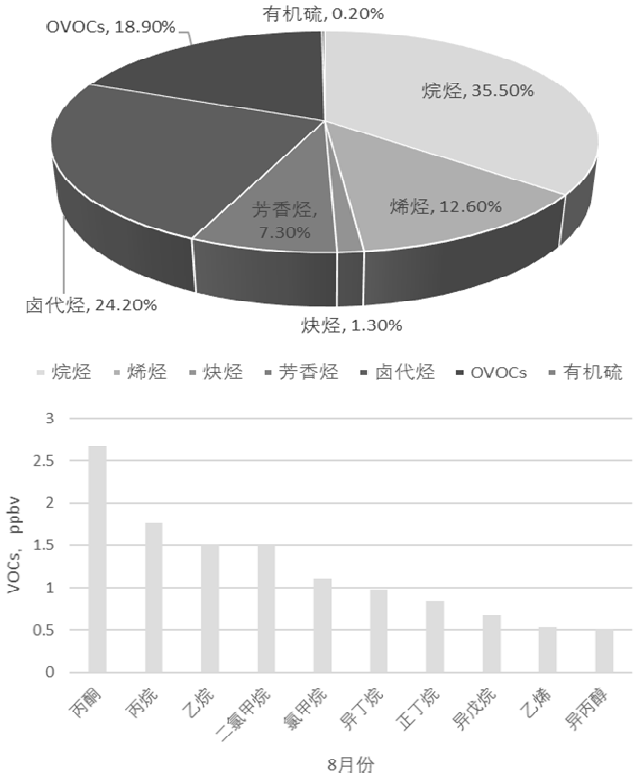
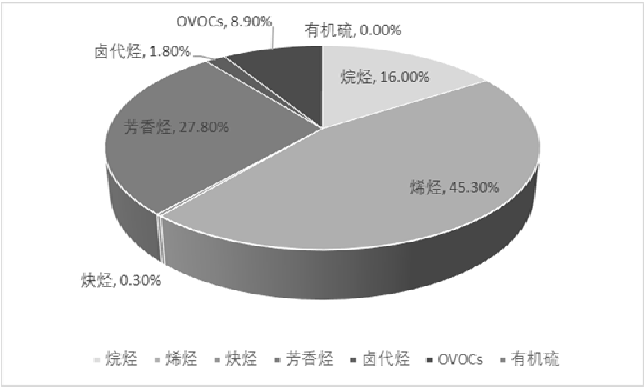


图3　VOCs化学组成及关键种类



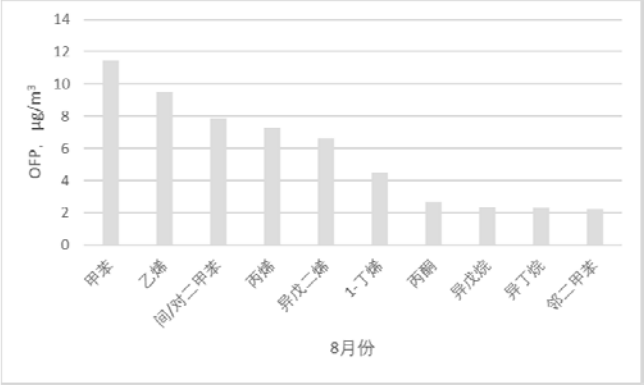


图4　OFP化学组成及关键种类

从OFP组成贡献占比分析结果来看(见图4),活性较高烯烃和芳香烃占比高,两者占比高达65%以上；其次为烷烃、氯代烃和含氧有机物。OFP贡献较大的组分前5种优势有机物主要为丙烯、1-丁烯、甲苯、乙烯和间/对二甲苯。

4 预测模型构建

为能够结合实际针对城市大气环境当中O_3污染物含量变化情况进行及时预测,减少污染物对大气环境造成的负面影响,可采用ARIMA模型以及随机森林模进行针对性预测,实现对O_3污染物的有效防治。由于上述模型适应性存在一定的差异,ARIMA模型主要适用于大时间尺度下污染物含量的预测与评估,随机森林模型主要适用于短期内污染物含量评估,因此研究者可结合实际对相关预测模型进行选定与应用。

5 结论

综上所述,随着时代的不断发展,O_3污染物已成为城市大气污染的重要组成部分。本文以浙江省宁波市为例,分析了O_3污染物在城市环境下的呈现特征、影响因素及生成潜势分析,力求提升O_3污染物治理水平,进一步降低污染物含量。

[参考文献]

[1]李景,祁维斌,丛晓晓,等.西宁市城东区夏季臭氧污染来源解析[J].青海环境,2021,31(04):169-175+198.

[2]刘宁微,权维俊,任万辉,等.辽宁地区O_3污染状况及相关气象要素分析[J].气象与环境学报,2021,37(05):27-33.

[3]张森林,李新新,郑继东,等.焦作市PM10污染状况及相关气象条件分析[J].河南理工大学学报(自然科学版),2007,26(5):593-596.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.