

乌海市大气 VOCs 污染特征及来源分析

尚春林¹ 张敏¹ 尚慧玲² 韩旭丽¹ 王丽梅³

1. 内蒙古自治区环境监测总站乌海分站, 中国·内蒙古 乌海 016000

2. 内蒙古长达监测有限公司, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

3. 乌海市生态环境监控监测中心, 中国·内蒙古 乌海 016000

摘要: 乌海及周边地区大气环境污染防治及其影响备受关注。基于 2022 年乌海 VOCs 观测数据并利用 PMF 模型进行 VOCs 来源解析, 根据解析结果提出有针对性的管控措施 VOCs 主要来源于工艺过程源, 然后是机动车尾气, 因此今后应重点关注工业工艺源和机动车尾气排放, 加大对其管控力度。

关键词: 乌海; VOCs; 污染特征; 来源

Characteristics and Sources of Atmospheric VOCs Pollution in Wuhai City

Chunlin Shang¹ Min Zhang¹ Huiling Shang² Xuli Han¹ Limei Wang³

1. Inner Mongolia Autonomous Region Environmental Monitoring Station, Wuhai Branch, Wuhai, Inner Mongolia, 016000, China

2. Inner Mongolia Changda Monitoring Co., Ltd., Erdos, Inner Mongolia, 017000, China

3. Wuhai Ecological Environment Monitoring Center, Wuhai, Inner Mongolia, 016000, China

Abstract: The prevention and control of atmospheric pollution in Wuhai and its surrounding areas have attracted much attention. Based on the observation data of VOCs in Wuhai in 2022 and using PMF model to analyze the sources of VOCs, targeted control measures are proposed according to the analysis results. VOCs mainly come from process sources, followed by motor vehicle exhaust. Therefore, in the future, we should focus on industrial process sources and motor vehicle exhaust emissions, and strengthen their control.

Keywords: Wuhai; VOCs; pollution characteristics; source apportionment

0 前言

乌海及周边地区是内蒙古西部重化工工业基地, 主要产业都以煤炭、炼焦、化工为主^[1]。VOCs 在环境空气中的污染问题正变得越来越严重。作为光化学反应的关键污染物, VOCs 能够与氮氧化物进行光化学反应, 同时也能够与 OH 自由基反应。这些反应对于臭氧的生成以及二次有机气溶胶的形成具有重大意义, 因此 VOCs 对环境空气质量有着直接的影响, 进而影响人类健康。“十四五”期间, 乌海市臭氧浓度和臭氧污染天呈现阶梯上升趋势, 尤其在夏季, 臭氧污染问题已经成为乌海市空气质量持续改善的关键难题。然而, VOCs 的来源极为多样, 成分也极为复杂, 为了有效地推进 VOCs 的治理工作, 支撑乌海市开展臭氧污染防治工作, 促进空气质量改善。现基于 2022 年乌海市城区大气 VOCs 污染特征及来源进行分析, 以期对乌海市制定更有效的治理策略提供科学依据^[2]。

1 数据与研究方法

1.1 数据来源

VOCs 观测数据来源乌海超级站, 设备运维质控和数据

审核按照国家总站及相关规范要求进行。

1.2 VOCs 源解析模型

VOCs 的来源解析工作通过使用 PMF 模型来完成。PMF 模型特别适用于基于长时间序列的受体化学组分数据源的源解析。

2 结果与讨论

2.1 VOCs 化学组分特征

2022 年, 乌海市总挥发性有机物 (VOCs) 年平均浓度为 $94.5\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 同比上升 2.8%。其中, 烷烃占比最高 ($30.05\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 31.8%), 其次分别为 OVOCs ($25.42\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 26.9%), 卤代烃 ($13.53\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 14.3%), 芳香烃 ($11.509\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 12.2%), 烯烃 ($10.140\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 10.7%), 炔烃 ($3.528\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 3.7%), 有机硫 ($0.334\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.4%)。从季节方面看, VOCs 变化表现为秋季最高 ($141.95\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), 春季最低 ($61.73\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), 冬季 ($97.06\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) 高于夏季 ($77.44\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)。另外, 烷烃在春季、夏季和冬季占比均最高, 其次为 OVOCs; 秋季为 OVOCs 质量浓度占比最高 (35.2%), 其次为烷烃 (27.5%); 炔烃和有机硫在各季节占比均较低 (见图 1)。

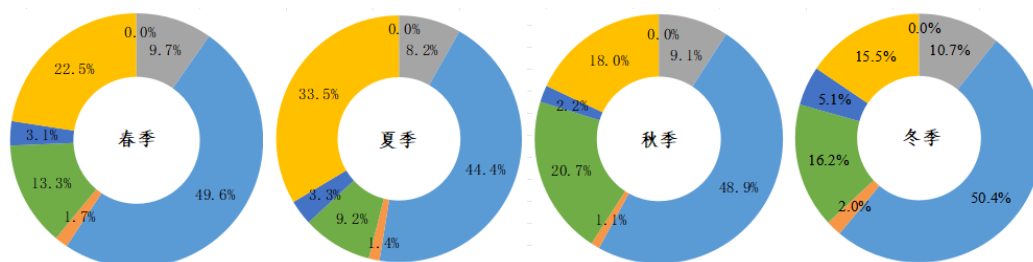


图 1 2022 年乌海市 VOCs 各组分质量浓度占比季节变化图

从各组分 24 小时变化规律来看 (见图 2), VOCs、烯烃、炔烃、烷烃、卤代烃、芳香烃、有机硫的日变化趋势基本同步, 与臭氧浓度的变化呈不同程度负相关, 其中 VOCs、烷烃、有机硫与臭氧的负相关性最为显著, 相关系数分别为 -0.84、-0.91、-0.85。

2.2 VOCs 生成潜势

2022 年, VOCs 的臭氧生成潜势 (OFP) 年平均浓度为 $223.90\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。其中, 烯烃的 OFP 贡献率 (48.3%) 最高, 其次是 OVOCs (22.0%)、芳香烃 (15.7%)、烷烃 (9.4%)、

卤代烃 (3.2%)、炔烃 (1.5%), 有机硫贡献率最小 (0.04%)。VOCs 各组分 OFP 占比季节变化中, 烯烃在春季、夏季、秋季和冬季占比均最高, 有机硫在各季节占比均最低 (见图 3)。

年均臭氧生成潜势前十物质依次为丙烯、乙烯、乙醛、间/对-二甲苯、甲苯、丙酮、氯乙烯、丙醛、萘、苯, 占比 72.3%。从季节来看, 丙烯、乙烯、乙醛、间/对-二甲苯、甲苯的臭氧生成潜势在四季中均排在前十位, 且四季 OFP 最高的物质均是丙烯 (见图 4)。

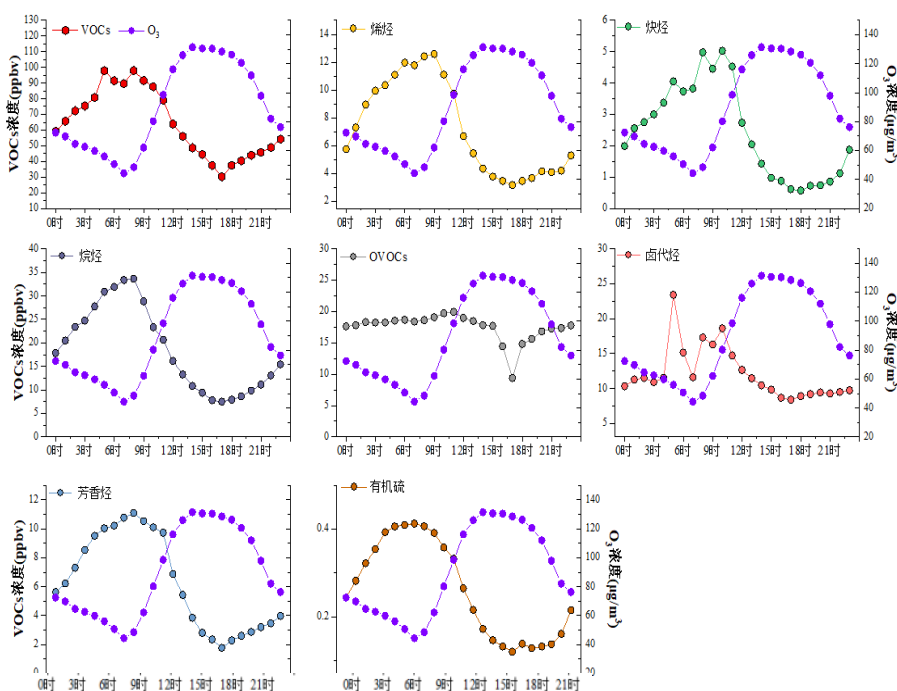


图 2 2022 年臭氧与 VOCs 及各组分日变化图

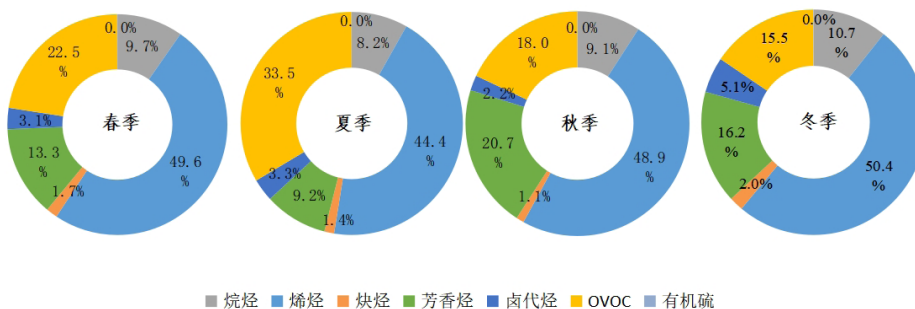


图 3 2022 年乌海市 VOCs 各组分 OFP 占比季节变化图

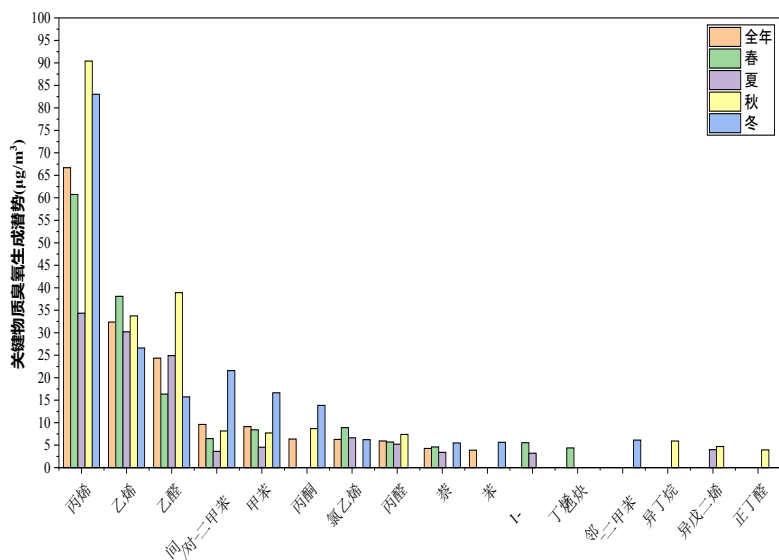


图 4 2022 年乌海市 VOCs 中 OFP 前十物质季节变化图

2.3 VOCs 来源解析

PMF 模型预测结构显示，工艺过程源和机动车尾气源是 VOCs 主要来源，占比 65.9%，同样各季节这两个源也是主要来源^[3]（见图 5）。

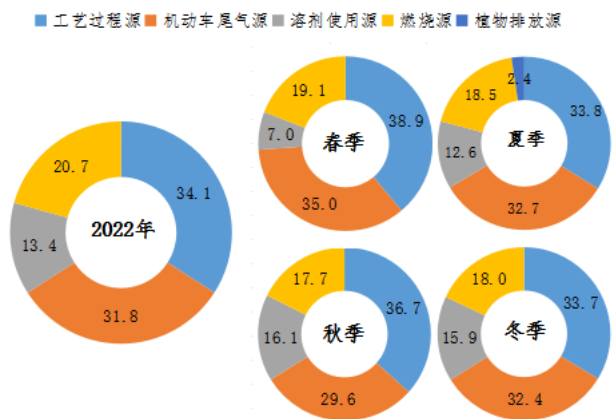


图 5 2022 年乌海市 VOCs 来源贡献图

3 结论

① VOCs 主要来源于工艺过程源，占比 34.1%，其次是机动车尾气（31.8%）、燃烧源（20.7%）和溶剂使用源（13.4%）。

②建议加强工业工艺源和机动车尾气管控力度，工业工艺源重点管控焦化及其下游产业、基础化学原料制造、喷涂、PVC 及有机硅等行业；机动车尾气源重点管控矿区重型机械、重型运输车辆，建议凌晨、早高峰和下午时段加强点位南部道路的交通疏导和管控，以及运煤大道、矿区机械及车辆的燃用油品管控，同时在省道、高速出口、运煤大道、矿区及矿区道路加强重型柴油车辆尾气的检测，严禁尾气不达标车辆上路，鼓励使用清洁能源车辆^[4]。

参考文献：

[1] 白鑫,刘婉清,马文迪,等.2016—2020年乌海市空气污染特征及其气象条件分析[J].科技创新与应用,2022(27):82-89.

[2] 张瑞欣,楚波,尚春林,等.乌海市高分辨率大气污染源排放清单构建及其在臭氧污染成因探究中的应用[J].环境科学,2022(1):9.

[3] 李光耀.基于数值模式的臭氧及其前体物的非线性响应特征及控制方案[M].2021.

[4] 周闯.乌海及周边地区大气污染治理科技对策研究[J].科学管理研究,2017,35(2):70-72+99.

作者简介: 尚春林(1985-),女,中国甘肃靖远人,本科,高级工程师,从事大气环境监测、数据分析及预报预警研究。