

上海西南部化工分区大气网格化监测分析

夏忠燕

上海市奉贤区环境监测站, 中国·上海 201400

摘要: 为解决上海西南部某化工分区大气污染问题, 本研究利用大气网格化监测系统, 分析 2021 年 SO_2 、 NO_x 、 NH_3 、 H_2S 及非甲烷总烃的分布特征, 以期为区域大气污染源排查及决策提供参考依据。结果表明, SO_2 与 NO_x 主要来源于机动车尾气和燃料燃烧, 需特别关注西北和东北方向; NH_3 和 H_2S 在第四季度浓度较高, 在静风或北风条件下受污水处理厂影响显著; 非甲烷总烃在静风时浓度异常增高, 疑似周边企业夜间排放所致。10 个微站非甲烷总烃浓度趋势一致性较好。

关键词: 化工分区; 大气污染; 网格化监测; 溯源排查

Analysis of Atmospheric Grid Monitoring in the Southwest Chemical Zone of Shanghai

Zhongyan Xia

Fengxian District Environmental Monitoring Station, Shanghai, Shanghai, 201400, China

Abstract: In order to solve the air pollution problem in a chemical district in southwestern Shanghai, this study uses an atmospheric grid monitoring system to analyze the distribution characteristics of SO_2 , NO_x , NH_3 , H_2S , and non methane total hydrocarbons in 2021, in order to provide reference for regional air pollution tracing and decision-making. The results indicate that SO_2 and NO_x mainly come from vehicle exhaust and fuel combustion, and special attention should be paid to the northwest and northeast directions; NH_3 and H_2S have higher concentrations in the fourth quarter and are significantly affected by sewage treatment plants under calm or north wind conditions; the abnormal increase in concentration of non methane total hydrocarbons during calm winds is suspected to be caused by nighttime emissions from surrounding enterprises. The consistency of non methane total hydrocarbon concentration trends among 10 microsities is good.

Keywords: chemical zoning; air pollution; grid based monitoring; traceability investigation

0 前言

上海西南部某化工分区紧邻上海化工区、金山分区、金山二工区, 是化工产业聚集区。近年来, 大气环境污染问题日益凸显, 特别恶臭或异味扰民、挥发性有机物 (VOCs) 污染现象频繁出现。由于产业特征和发展需求, 区内工业溶剂、涂料、燃料等使用量不断扩大并复杂化, 而生物质燃烧、油料泄漏、溶剂和涂料的挥发都是大气 VOCs 的主要来源^[1], 机动车尾气排放也逐步成为杭州^[2]、深圳^[3]等城市 VOCs 的主要来源。大气污染物因存在浓度变化快、污染可迁移等特点^[4], 溯源难是当前管理部门普遍面临的棘手问题。因此, 为辅助污染溯源, 缩小排查区域, 2021 年以现有监测网络为基础, 合理增设了自动监测点位, 并试点布设网格化微型监测点, 以期掌握区域大气污染特征, 为污染溯源及管控措施的制定提供依据。

1 监测网络

环境监测数据的代表性主要取决于监测网点的密度, 监测点位越多, 获得的监测信息量就大。因此监测网络布设力求用最少的点位, 获得最有代表性的、能说明环境质量状况的监测数据。该化工分区现已建成 6 个园区空气特征站,

监测因子包括: 二氧化硫 (SO_2)、氮氧化物 (NO_x)、硫化氢 (H_2S)、氨 (NH_3)、非甲烷总烃 (NMHC)、挥发性有机物 (VOCs)、气象五参数。

1.1 特征因子标准站布设

本地常年主导风向为东南风, 市化工区位于本区南部, 考虑到市化工区企业类型、规模和生产状况等相关因素, 可能会对本地污染造成一定贡献, 因此 1 个特征因子标准站设在本区与市化工区的交界处海龙路上, 用于评估市化工区对本地的影响。在表征挥发性有机物 (VOCs) 总体排放情况时, 根据行业特征和环境管理要求, 可采用总挥发有机物 (TVOC)、非甲烷总烃 (NMHC) 作为污染物控制项目, 本站点选用非甲烷总烃 (NMHC) 作为实施替代挥发性有机物 (VOCs), 站点配备因子: 常规气态污染物 (SO_2 和 NO_x)、恶臭污染物 (H_2S 和 NH_3)、非甲烷总烃 (NMHC) 及气象五参数 (见图 1)。

1.2 网格微站布置

微站的选址应以现有点位为基础, 2019 年胡桥站挥发性有机物 (VOCs) 发生小时浓度超标报警 130 次, 报警次数呈现夜高昼低的日变化特征, 夜间为日间报警的 3.8 倍, 风向以静、西风和西南风为主。故 VOCs 网格微站优先设在

胡桥站周边,共设置 10 个点,同样用非甲烷总烃(NMHC)实施替代挥发性有机物(VOCs)监测,配备因子:非甲烷总烃(NMHC)及气象五参数(见图 2)。



图 1 特征因子标准站位置



(a)

1.3 设备选型及质量控制

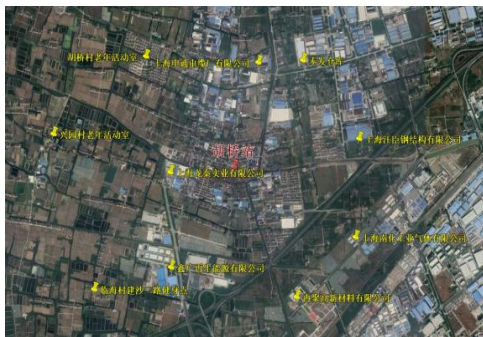
标准站选用美国 / 赛默飞世尔自动监控设备,网格微站选用国产化 AQM-920 小型空气质量监测设备。期间依据《上海市重点产业园区空气特征污染自动监测站运维及质控工作要求(试行)》开展运行维护及质控工作。

2 数据分析

2.1 海龙路标准站

2.1.1 整体变化趋势

海龙路标准站监测因子整体小时浓度情况如表 1 所示,其中 NO_x 小时均值超标 310 个,超标率为 3.7%,超标时段主要集中在第一季度和第四季度, H₂S 小时均值超标 1 个。2021 年海龙路站主导风向为南风,占比 14.7%,平均风速为 3.4m/s,第二主导风向为东北风、东东北风、南南西风和西南风,占比分别为 11.3%、11.0%、11.4% 和 10.7%,风速在 3.2~4.8m/s。



(b)

图 2 特征因子微站分布

表 1 海龙路站污染物小时浓度统计

监测因子	平均值	最大值	浓度单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			有效样本数
SO ₂	8.4	63.0	8553
NO _x	36.7	420.9	8461
H ₂ S	3.7	72.0	8541
NH ₃	14.0	223.6	7857
NMHC	206.7	2654.4	8352

2.1.2 污染物月变化趋势

①常规污染物。

SO₂ 和 NO_x 高值集中在一季度和四季度。本区临近杭州湾,属于亚热带季风气候,温度高、常年湿度较大,故而 SO₂ 具备更加有利的消除条件,除冬季浓度略高外,春、夏季节浓度均较低^[5-6]。NO_x 主要来自工业源和交通源,是光化学反应生成臭氧的重要来源,受光照条件影响较大,夏季强辐射下 NO_x 发生光解反应被消耗浓度降低,冬季伴随气温下降光化学反应减弱消耗量变少,且冬季低压环境不利于污染物的稀释和扩散造成浓度积累^[7-8]。

②恶臭污染物。

H₂S 和 NH₃ 高值集中在四季度。H₂S 浓度相对稳定,

在 2~7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 波动,冬季浓度高于其他季节,这与 SO₂、NO_x 的变化趋势基本相同。NH₃ 的天然源包括植被排放和土壤挥发,人为源主要来自工业燃烧、化肥、污水、垃圾填埋等^[9]。站点北面直线距离约 200m 方向上是区内规模最大的一座污水处理厂,大量研究表明,污水处理厂恶臭气体的积聚和逸散是普遍存在的情况,其主要产生途径包括:原水中的恶臭物质、微生物厌氧代谢产生的恶臭物质以及使用化学药剂产生的恶臭气体,尤其 H₂S 被广泛认定是污水处理厂中最典型的恶臭气体^[10]。

③非甲烷总烃。

非甲烷总烃高值集中在三季度(见图 3、图 4),秋季浓度最高,夏季浓度高于冬季和春季,这与王成辉等^[11]、吴晓怡^[12]研究结果不一样,说明不同地区,即使是同一城市,因本地产业组成、气象条件、不同采样点设置不同,监测结果会有较大差异。海龙路站点位于空旷的大楼顶层,距地面高约 30m,周围无遮挡,在冬季强冷风下,污染物有可能在短时间内被快速稀释。也有相关研究表明:污染物浓度变化与风速具有一定的关联性,风速的增加某种程度上有利于其向大气环境中逸散,但达到较高风速后,污染物浓度与

风速又会呈现负相关，这是由于气流的湍流会稀释局域污染物浓度。而夏季的高浓度还应考虑到本地易受台风影响，台风带来的强降雨会减弱光化学反应活性，不利于污染物的消耗，且台风入境低压不利于污染物的扩散迁移。由此也解释了本研究区秋季非甲烷总烃在多种复合气象因素的共同作用下造成浓度积累的原因。

2.2 特征因子网格微站

2.2.1 整体变化趋势

10 个网格微站非甲烷总烃小时平均浓度范围在 58~96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最大小时浓度为 5243.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。对照《大气污染物综合排放标准 DB31/933—2015》（厂界浓度限值 4000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），南化工业气体有限公司微站非甲烷总烃有 2 小时超标。

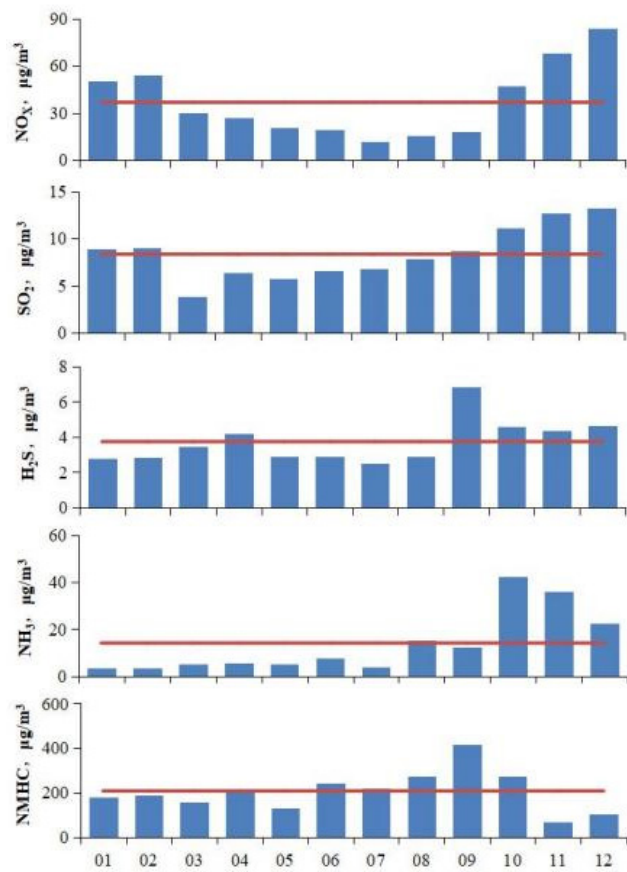


图 3 海龙路污染物浓度月变化趋势

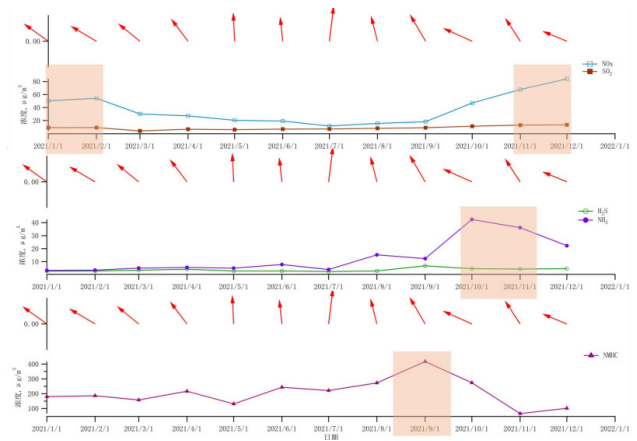


图 4 海龙路污染物浓度与风速风向关系

表 2 非甲烷总烃小时浓度统计浓度

单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

站点	平均值	最大值	有效样本数
兴园村老年活动室	63.3	999.7	8333
奉发仓库	74.8	1546.7	8402
胡桥村老年活动室	57.9	4043.0	8443
临海村建沙二路健身点	72.6	3950.6	8369
冉聚高新材料有限公司	82.3	3303.5	8364
上海龙秦实业有限公司	74.5	1533.2	8337
上海申通电缆厂有限公司	60.2	980.3	8300
上海汪臣钢结构有限公司	80.0	2334.0	8485
鑫广再生能源环保科普馆楼	87.9	1427.5	8400
南化工业气体有限公司	96.2	5243.4	8379

2.2.2 污染物月变化趋势

10 个微站非甲烷总烃在春季 2、3 月份均处于浓度相对高值，趋势相对一致性较好，其中鑫广再生能源微站在 5 月份出现一个峰值（见图 5）。高值期间兴园村老年活动室微站主要受静风及西南风影响；奉发仓库微站主要受静风影响；胡桥村老年活动室微站浓度差异较小，考虑周边近距离扩散影响；临海村建沙二路微站受西北、东北、东南风影响；冉聚高新材料微站受东南风影响；龙秦实业微站受东南及静风综合影响；申通电缆微站受西南、东南风及周边扩散影响；汪臣钢结构微站受东南、西南风影响；鑫广再生能源微站受西北风影响明显；南化工业气体微站受西北风及周边扩散影响（见图 6）。

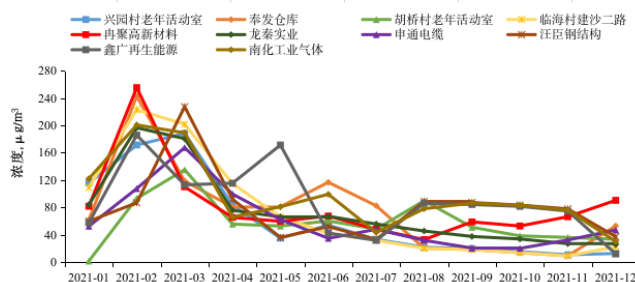


图 5 微站月均浓度变化趋势

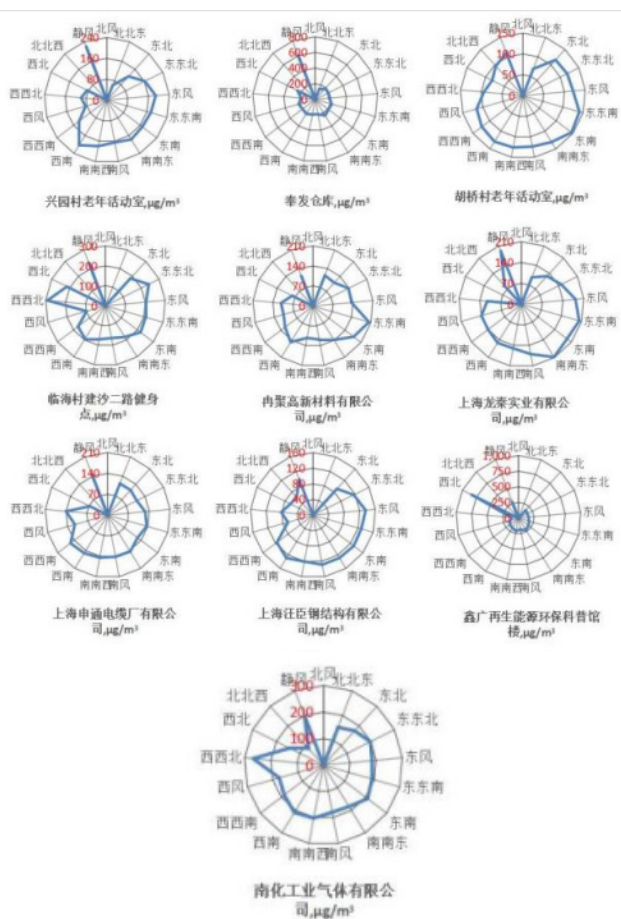


图 6 污染物高值期间主导风向

3 结论

① SO₂ 和 NO_x 高值集中在一季度和四季度，初步判断主要受机动车尾气和燃料燃烧影响，建议加强西北方向及东北方向污染源的排查。

② NH₃ 和 H₂S 高值集中在第四季度，静风及北风影响下主要来自污水处理厂，同时应注意东南风上是否存在可疑排放源。

③ 非甲烷总烃高值集中在第三季度，静风时浓度显著

高于其他风向，可能存在周边企业夜间排放的情况，其次为西北风和西南风。

④ 10 个微站非甲烷总烃变化趋势一致性较好，春季 2、3 月浓度普遍较高，建议加强关注。

参考文献:

- [1] 安俊琳,朱彬,王红磊,等.南京北郊大气VOCs变化特征及来源解析[J].环境科学,2014,35(12):4454-4464.
- [2] 景盛翱,高雅琴,沈建东,等.杭州市城区挥发性有机物污染特征及反应活性[J].环境科学,2020,41(12):5306-5315.
- [3] 陈迎,朱波,黄沛荣,等.深圳市东部沿海地区大气挥发性有机物污染若干特征[J].环境科学学报,2022,42(6):295-305.
- [4] 王刘铭,王西岳,王明仕,等.焦作市大气污染时空分布特征及来源分析[J].环境科学研究,2020,33(4):820-830.
- [5] 董佳丹,陈晓玲,蔡晓斌,等.基于中国大气环境监测站点的 2015—2019 年大气质量状况时空变化分析[J].地球信息科学学报,2020,22(10):1983-1995.
- [6] 楼俊伟,何叶萍,高昕瑜.武义县大气污染物浓度变化特征及气象要素影响分析[C]//中国环境科学学会 2022 年科学技术年会论文集,2022.
- [7] Yang Y Q, Wang J Z, Gong S L, et al. PLAM-a meteorological pollution index for air quality and its applications in foghaze forecasts in North China[J]. Copernicus Publications, 2016,16(3): 1353-1364.
- [8] He J J, Gong S L, Yu Y, et al. Air pollution characteristics and their relation to meteorological conditions during 2014-2015 in major Chinese cities[J]. Elsevier Ltd,2017(223):484-496.
- [9] 李黎,代东决,赵敏,等.大气中氨气的浓度及其迁移转化特征的探讨[J].Agricultural and Natural Resources Engineering,2011(5).
- [10] 赵茹涵,杨庆,武文君,等.城市污水处理厂恶臭气体产生与释放的影响因素[J].净水技术,2020,39(11):123-129.
- [11] 王成辉,陈军辉,韩丽,等.成都市城区大气VOCs季节污染特征及来源解析[J].环境科学,2020,41(9):3951-3960.
- [12] 吴晓怡.工业区大气挥发性有机物特征研究[J].环境科学与管理, 2015,40(1):127-131.