

基于多监测手段的南京化学工业园区恶臭异味管控效果评估

董艳平,张迪生,谢馨,马光军,陆芝伟,丁峰

江苏省南京环境监测中心,江苏南京 210041

摘要:恶臭污染是化工园区环境污染的重点类型之一,恶臭异味投诉一直是困扰南京化学工业园区的热点问题。2021年,南京市政府为全力解决该园区异味投诉问题,开展了为期1年的现场嗅辨、VOCs现场采样-仪器分析、走航监测等多种手段跟踪溯源监测,对筛查出的重点企业和工序进行目标靶向治理,通过采取增加污染治理设施、限时限量生产、加强现场执法监管、加强测管协同监测等手段进行综合协调管控。通过对南京化学工业园2021年5月14日至2022年4月30日现场嗅辨、VOCs现场采样-仪器分析、走航监测以及园区环境空气质量自动监测站点监测结果进行统计分析发现:企业污染物排放异常情况虽偶有波动,但明显减少;园区硫化氢和VOCs特征污染物自动监测浓度明显降低,环境空气质量改善明显;周边居民投诉量从2021年1—5月的60多次降低到6—12月的20次,下降明显。多种方式监测结果变化情况反映出省、市、区采取的各类园区恶臭异味管控措施取得了显著成效。

关键词:现场嗅辨;走航监测;化学工业园区

中图分类号:X512 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-6002(2025)04-0088-06

DOI:10.19316/j.issn.1002-6002.2025.04.08

Evaluation of the Effectiveness of Odor Control in Nanjing Chemical Industrial Park Based on Multiple Monitoring Methods

DONG Yanping, ZHANG Disheng, XIE Xin, MA Guangjun, LU Zhiwei, DING Feng

Nanjing Environmental Monitoring Center of Jiangsu Province, Nanjing 210041, China

Abstract: Odor pollution is one of the key types of environmental pollution in chemical industrial parks, and odor complaints have always been a hot issue that troubles Nanjing Chemical Industrial Park. In 2021, the Nanjing Municipal Government launched a comprehensive one-year monitoring campaign to trace odor sources, employing multiple approaches including on-site sniffing, VOCs on-site sampling with instrumental analysis, and navigation monitoring. Targeted governance was carried out on identified key enterprises and processes, and comprehensive coordination and control were carried out through measures such as increasing pollution control facilities, imposing time-restricted and quantity-limited production, strengthening on-site law enforcement supervision, and strengthening collaborative monitoring of measurement and management. Based on the statistical analysis of monitoring data including on-site olfaction, VOCs sampling with instrumental analysis, navigation monitoring, and automated ambient air quality stations in Nanjing Chemical Industry Park from May 14, 2021 to April 30, 2022, it was found that although the abnormal emission of pollutants by enterprises fluctuated occasionally, it decreased significantly. The concentrations of characteristic pollutants for automatic monitoring of hydrogen sulfide and VOCs in the park significantly decreased, and the environmental air quality improved significantly. The number of complaints from surrounding residents decreased significantly from over 60 from January to May 2021 to 20 from June to December. The changes in monitoring results through various methods reflect that the various measures taken by province, city, and district to control odors and unpleasant odors in industrial parks have achieved significant results.

Keywords: on site sniffing; navigation monitoring; chemical industry park

在我国社会经济发展格局中,化学工业园区是危险化学品、有毒有害物质、异味物质等生产企业的主要聚集地,导致其环境污染重、环境风险

高、异味投诉事件频发^[1]。南京化学工业园位于南京市长江北岸,依托长江深水岸线而建,是江苏沿江开发战略的重要组成部分,也是南京市石化

收稿日期:2023-10-07;修订日期:2024-01-29

第一作者简介:董艳平(1971-),女,河北沧州人,硕士,正高级工程师。

产业重点扶持发展区域,重点发展石油与天然气化工、有机化工原料、精细化工、高分子材料、生命医药、新型化工材料六大领域系列产品。园区按照“产业发展一体化、公用设施一体化、物流输送一体化、环保安全一体化、管理服务一体化”五个一体化开发方针,通过优化产业结构,提升产业层次,积极发展循环经济,形成以深度加工和高附加值产品加工为特征,具有国际竞争力的石化生产基地、物流中心 and 化工研发基地。因规划和居民搬迁问题,恶臭污染作为化工园区周边环境污染的重点类型之一,一直是居民投诉的热点^[1-2]。南京化学工业园目前拥有 124 家企业,其中涉及恶臭污染物排放的企业约 40 家,园区长期受异味投诉问题困扰。2021 年,南京市政府为全力解决该园区异味投诉问题,成立大气保障、应急监测、综合协调等 6 个工作组,开展了为期 1 年的多手段跟踪溯源监测、目标靶向治理、综合协调管控。

1 监测方式

1.1 现场嗅辨

由于恶臭气体易于消散,许多恶臭污染物的嗅阈值低于常规仪器检出限,为快速锁定污染源,捕捉有代表性的样品,采用人工现场嗅辨的方式确定污染物来源。考虑到现场嗅辨工作的强度和可操作性,每次组织 3 名持证嗅辨员同时开展现场嗅辨。嗅辨员到达现场后,先进行现场踏勘,并对排污单位的基本情况进行调查,主要包括恶臭污染发生时段、主要恶臭污染物排放源及分布情况、涉及恶臭污染物排放的原辅材料和产品、周边敏感点位置、现场风速风向等。随后,嗅辨员采用步行方式对环境空气敏感点、无组织排放监控点(厂界、厂区内)^[3]依次进行嗅辨,在每个点现场嗅辨不少于 2 次,通过嗅觉对异味种类和级别进行现场辨别,参照 1971 年日本制定的《恶臭防止法》的规定来确定臭气强度等级(表 1)^[4]。

表 1 臭气强度等级
Table 1 Odor intensity levels

臭气强度	描述
0 级	无臭
1 级	气味似有似无
2 级	微弱的气味,但能确定什么样的气味
3 级	能够明显感觉到气味
4 级	感觉到比较强烈的气味
5 级	非常强烈、难以忍受的气味

1.2 仪器分析

依据现场嗅辨情况,对嗅辨臭气强度等级在 3 级以上的监测点位立即用玻璃注射器和苏玛罐现场采样。对于用玻璃注射器采集的样品,即时用便携式 GC-MS 气体分析仪现场进行物质组分和浓度分析。对于用苏玛罐采集的样品,送回实验室,用大气预浓缩 GC-MS 方法进行物质组分和浓度分析。考虑到采用现场便携式 GC-MS 和实验室大气预浓缩 GC-MS 两种方法进行测试时,仪器性能、采样方式及分析时间差异导致的样品损失等因素,本文选用两种方法分析结果中任意一种检出浓度值较高的污染物来确定需管控的目标企业、工序、点位、特征污染物及其排放状况。

1.3 走航监测

利用配备有飞行时间质谱(PTR-TOF)分析仪的走航监测车对园区的重点区域按照“5+2”“白+黑”模式不定时开展走航监测^[5-7],通过收集周边企业生产现状及走航监测时段气象条件信息,分析区域内的主要影响企业。当出现异常高值时,立即开展综合研判,确定疑似目标企业,并及时与生态环境执法部门取得联系。在生态环境执法部门的配合下,对企业开展内部走航监测,同时组织环境监测部门对超标企业的监测点位或工序开展跟踪执法监测。

1.4 自动监测

参照《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2—2018)附录 D 中的硫化氢 1 h 平均浓度限值($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$),统计分析化工园区自动监测站点和四柳社区敏感点位的硫化氢、特征污染物自动监测数据变化情况。根据江苏省 43 个化工园区 VOCs 监测监控系统发布的 VOCs 排放数据,统计分析南京化学工业园区在全省化工园区中的排名变化情况。

2 结果与讨论

对南京化学工业园 2021 年 5 月 14 日至 2022 年 4 月 30 日现场嗅辨、VOCs 现场采样-仪器分析、走航监测以及园区环境空气质量自动监测站点监测结果进行统计分析。

2.1 现场嗅辨结果

本研究共开展现场恶臭溯源监测 50 次,涉及 231 个(次)点位。监测结果显示,121 个(次)点位的现场嗅辨臭气强度大于等于 1 级,其中有 60 个

(次)点位的臭气强度大于等于3级,占比26%。现场恶臭溯源监测臭气强度等级月度之和自2021年6月以来整体呈下降趋势,但在2022年3月出现反弹(图1)。少数企业频繁出现臭气强度高值,导致每月臭气强度在3级及以上的监测点位数时有波动,其中2022年3月增加明显(图2)。

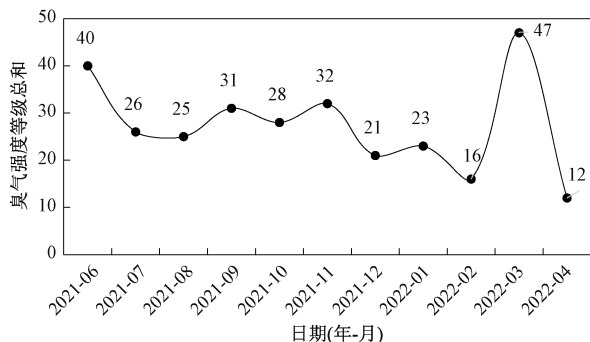


图1 2021年6月至2022年4月现场溯源监测臭气强度等级月度总和变化趋势

Fig.1 Monthly total variation trend of odor intensity levels during on-site traceability monitoring from June 2021 to April 2022

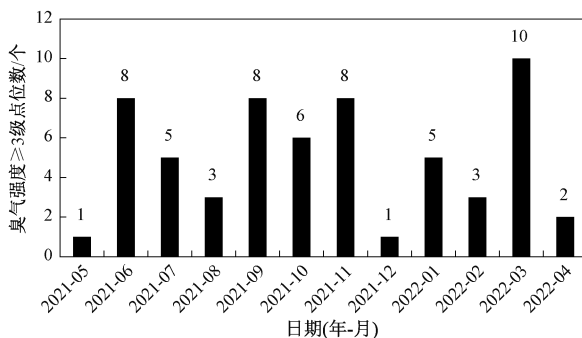


图2 2021年6月至2022年4月现场溯源监测每月臭气强度等级在3级及以上的点位数

Fig.2 Number of points with monthly odor intensity level 3 or above during on-site traceability monitoring from June 2021 to April 2022

2.2 仪器分析结果

综合50次现场嗅辨、便携式GC-MS现场分析和苏玛罐采样实验室分析结果,臭气强度在3级及以上的企业有12家,主要特征污染物有二氯甲烷、甲苯、1,2-二氯乙烷、1,3-丁二烯、丙酮等,具体见表2。

表2 现场嗅辨臭气强度在3级及以上的企业统计结果

Table 2 Statistical results of enterprises with odor Intensity of level 3 or above (including) occurred during onsite sniffing

序号	企业名称	次数/次	主要特征污染物
1	XXXX 南京有限公司	15	丙酮、乙烯、丙烯、丁二烯、甲苯、二硫化碳、2-丁烯、一氯甲烷、1,2-二氯乙烷
2	XXX 化工(南京)有限公司	9	丙酮、正己烷、二氯甲烷、丙烯、丙烷、乙烷
3	江苏 XXX 化工有限公司	8	二氯甲烷、一氯甲烷、溴甲烷
4	XXXXX 树脂有限公司	5	苯、甲苯、二甲苯、二氯甲烷、丙酮、苯乙烯、丙烯醛、3-乙基戊烷、丙烯醇、甲基叔丁基醚
5	XXX 化工(南京)有限公司	4	1,2-二氯乙烷、甲苯
6	江苏 XXX 化工有限公司	4	1,2-二氯乙烷、1,3-丁二烯
7	南京 XXXX 能源科技有限公司	3	1,3-丁二烯、乙烷
8	南京 XXX 精细化工有限公司	2	1,3-丁二烯、乙酸乙烯酯、甲基叔丁基醚、丙烯、二硫化碳、丙烯醛
9	XXXX(南京)化工有限公司	1	一氯甲烷、二氯甲烷、乙酸乙烯酯、苯、甲苯和二甲苯
10	XXX 化学品(南京)有限公司	1	甲苯
11	南京 XXX 新材料有限公司	1	二氯甲烷
12	江苏省农药 XXXX 有限公司	1	1,2-二氯乙烷

2.3 走航监测结果

本研究对南京化学工业园及周边工业区共开展710次现场走航监测,其中227次监测到VOCs浓度超标或异常高值,占比32%。走航监测时长累计达1455h,数据超标及异常点位数量达422个。根据每日走航监测统计结果可知,每月发现问题点位数量呈下降趋势(图3);每月发现问题点

位比率(问题点位数与走航总时长的比值,反映走航发现的问题点位数量与走航时长的比例关系)也呈明显下降趋势,但2022年4月略有抬升(图4)。走航监测数据显示,浓度超标或异常高值出现次数较多的企业主要有12家,主要污染物有硫化氢、丙烯、丙烯腈、异戊二烯、甲苯、环氧乙烷、1,3-丁二烯、环氧丙烷、丙酮等(表3)。

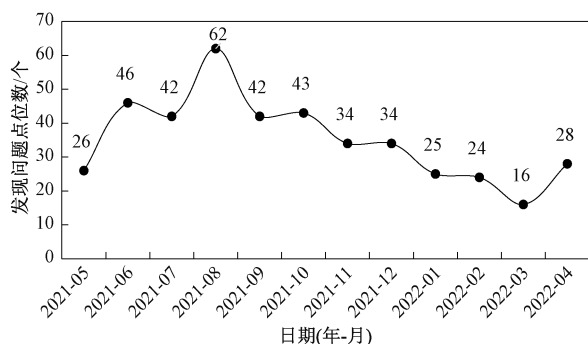


图3 2021年5月至2022年4月走航监测发现VOCs浓度超标及异常高值点位数量

Fig. 3 Number of exceeding or abnormally high value points found during navigation monitoring from May 2021 to April 2022

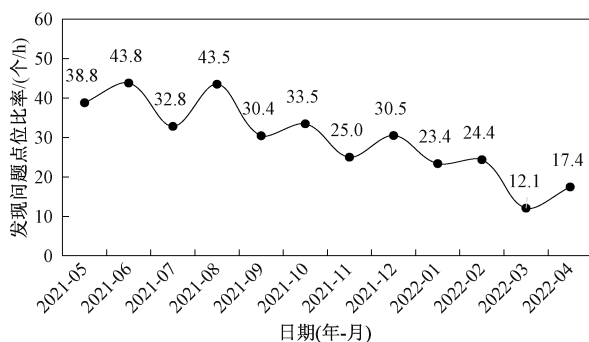


图4 2021年5月至2022年4月走航监测发现VOCs浓度超标及异常高值点位比率

Fig. 4 Ratio of exceeding or abnormally high value points found during navigation monitoring from May 2021 to April 2022

表3 2021年5月14日至2022年4月30日走航超标或异常高值情况统计结果

Table 3 Statistical results of exceeding or abnormal high values during navigation from May 14, 2021 to April 30, 2022

序号	异常企业名称	主要污染物	出现次数/次
1	XXX 纤维有限公司	硫化氢(偶有二硫化碳)	64
2	XXX 塑胶化工有限公司	丙烯	62
3	南京 XXX 精细化工有限公司	异戊二烯	26
4	XXXX 化工有限公司	氟苯、甲苯	27
5	江苏 XXX 化工有限公司	环氧丙烷、环氧乙烷	23
6	XXXX 新材料科技有限公司	异戊二烯	22
7	XXX 化工集团有限公司	丙烯腈	17
8	南京 XXXX 能源科技有限公司	1,3-丁二烯	16
9	南京 XXXX 化学有限公司	环氧乙烷	16
10	XXXX(南京)有限公司	丙烯腈	15
11	XXXX 化工有限公司	丙酮	15
12	XXXX 南京有限公司	硫化氢	11

2.4 自动监测站点监测结果

2.4.1 硫化氢恶臭指标监测结果

2021年5月14日至2022年4月30日,四柳社区环境敏感点和化学工业园区空气质量自动监测站点硫化氢监测数据变化情况如下:

1) 四柳社区监测结果。从小时平均浓度变化来看,有效监测小时数为8 086 h,其中超标小时数为240 h,超标率为3.0%;从月均浓度变化来看,2021年5月至2022年4月总体保持下降趋势(图5)。

2) 化工园区监测结果。从小时平均浓度变化来看,有效监测小时数为8 373 h,其中超标小时数为211 h,超标率为2.5%;从月均浓度变化来看,2021年5月至2022年4月总体逐步下降并趋于平稳(图6)。

2.4.2 园区 VOCs 监测结果

根据江苏省重点区域 VOCs 监测监控系统监测数据,南京化学工业园区 2021 年 5 月至 2022

年 4 月 VOCs (PAMS) 月均浓度值总体呈下降趋势(图 7),该园区在全省 43 个化工集中园区中的 VOCs 月均浓度值逆序排名也有所上升,具体见表 4。

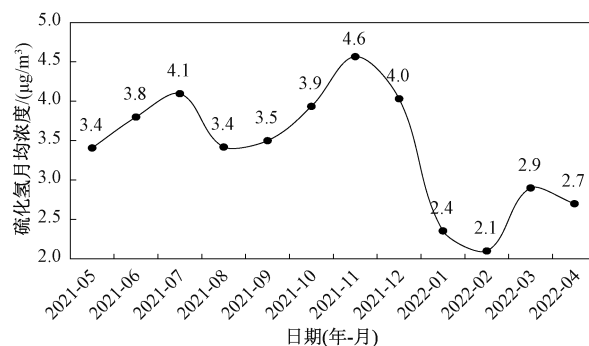


图5 2021年5月至2022年4月四柳社区站点硫化氢月均浓度变化趋势

Fig. 5 Monthly average concentration change of hydrogen sulfide at Siliu Community Station from May 2021 to April 2022

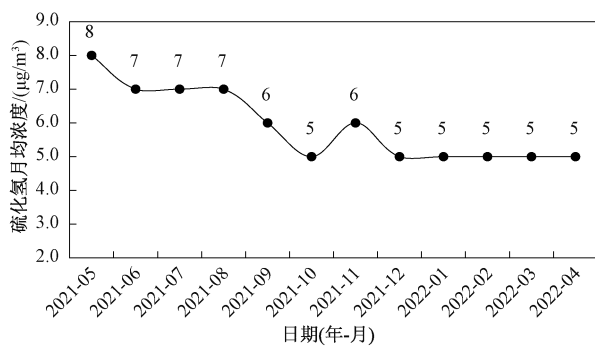


图6 2021年5月至2022年4月化工园区站点硫化氢月均浓度值变化趋势

Fig. 6 Monthly average concentration change of hydrogen sulfide at Chemical Industry Park Stations from May 2021 to March 2022

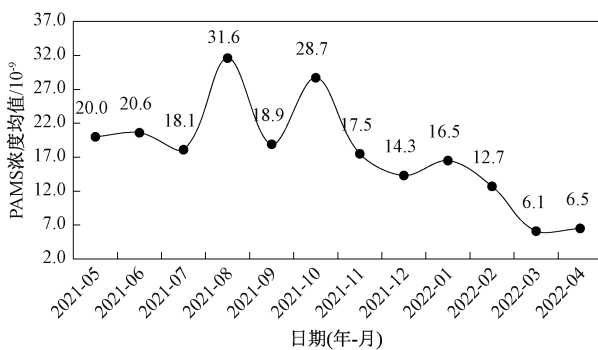


图7 2021年5月至2022年4月南京化学工业园VOCs月均浓度值变化趋势

Fig. 7 Monthly average concentration change of VOCs in Nanjing Chemical Industry Park from May 2021 to April 2022

表4 南京化学工业园VOCs月均浓度值在全省43个化工集中区中的逆序排名

Table 4 Monthly average VOCs of Nanjing Chemical Industry Park ranked in reverse order in 43 chemical concentration zones of the province

指标	2021年								2022年			
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
PAMS浓度均值/10 ⁻⁹	20.0	20.6	18.1	31.6	18.9	28.7	17.5	14.3	16.5	12.7	6.1	6.5
全省浓度均值/10 ⁻⁹	7.0	5.8	5.6	7.0	6.3	7.1	10.0	9.4	5.4	3.7	4.4	3.4
逆序排名	1	1	1	1	1	1	3	7	1	1	9	4

3 结论与建议

3.1 结论

1) 对南京化学工业园区及周边区域近一年的多手段溯源监测结果显示,通过采取增加污染治理设施、限时限制高污染及高排放企业生产、加强现场执法监督监测、加强测管协同监测等一系列有效措施,南京化学工业园区环境空气质量、重点企业异常排放情况、主要污染物超标情况均得到一定程度的改善。该区域的VOCs月均浓度值、化工园区和敏感点位自动站硫化氢恶臭污染物月均浓度值都呈现下降趋势,区域环境空气质量明显改善,异味扰民问题得到有效解决。根据生态环境部、江苏省和南京市投诉平台统计数据:2021年全年共受理南京化学工业园相关投诉82次,其中1—5月共62次,5月之后共20次;2022年1—4月无投诉。

2) 2021年5月14日至2022年4月30日期间,现场嗅辨臭气强度在3级(能明显闻到恶臭气味)及以上的点位占比达26%,走航监测出现VOCs浓度超标及异常高值次数占比达32%。现场嗅辨臭气强度在3级及以上的企业有12家,主

要污染物为二氯甲烷、甲苯、1,2-二氯乙烷等。走航监测频繁出现VOCs浓度超标或异常高值的企业主要有12家,主要污染物为硫化氢、丙烯等。少数企业存在管控措施不到位现象,在夜间不利气象条件下可能会对环境敏感点造成一定影响。

3.2 建议

1) 针对现场嗅辨臭气强度在3级及以上和走航监测过程中出现VOCs浓度超标或异常高值情况的企业进行分级管理,以合理配置监测和执法监管资源,达到提质增效的目的。对于臭气强度经常出现3级及以上或走航监测经常出现超标或异常高值的企业,实行一级管控,强化监测和监控;对于臭气强度时常出现3级及以上或走航监测时常出现超标或异常高值的企业,实行二级管控,注重日常监管;对于臭气强度偶尔出现3级及以上或走航监测偶尔出现超标或异常高值的企业,实行三级管控,适时开展执法抽查监测^[8]。

2) 针对在现场嗅辨和走航监测过程中出现异常情况较多的企业,加强监管力度,尤其是夜间和节假日排查管控力度,督促企业加强无组织排放污染物收集处理,确保车间废气有效收集;加强废气治理设施管理,提高处理效率,保证各类污染治理设施正常稳定运行。

3)利用园区空气质量标准站、微型站、预警站,以及走航监测、污染源在线监测、现场嗅辨、执法监测等多种手段,通过大数据分析精准溯源,更有针对性地查找相关企业异味扰民特征污染物,实现有的放矢、精准治理^[9]。

4)综合协调省、市、区各级执法、监测力量,对问题企业开展联合检查,指导企业对自身问题采取有针对性的有效措施,严管与帮扶并行,进一步提高管控效果,从根本上解决异味投诉问题。

参考文献 (References):

- [1] 陈刚,童颂颖,吴道新,等.化工园区恶臭异味管控技术框架初探[J].环境监控与预警,2023,15(2):85-90.
CHEN Gang, TONG Songying, WU Daoxin, et al. A Preliminary Study on the Technical Framework of Odor Control in Chemical Industry Parks [J]. Environmental Monitoring and Forewarning, 2023, 15 (2): 85-90.
- [2] 陈刚,王旭涛,童颂颖,等.基于走航监测的宁波石化经济开发区恶臭污染特征分析[J].环境科技,2023,36(1):54-59.
CHEN Gang, WANG Xutao, TONG Songying, et al. Characterization of Odor Using Cruise Observations in Ningbo Petrochemical Economic Development Zone [J]. Environmental Science and Technology, 2023, 36 (1): 54-59.
- [3] 生态环境部,国家市场监督管理总局.挥发性有机物无组织排放控制标准:GB 37822—2019[S].北京:中国环境出版社,2019-05-24.
- [4] 胡冠九,高占敏,张涛,等.环境空气中异味物质的监测、评价与溯源[J].中国环境监测,2019,35(4):10-19.
HU Guanjiu, GAO Zhanqi, ZHANG Tao, et al. The Odor Monitoring, Evaluation and Traceability for the Ambient Air [J]. Environmental Monitoring in China, 2019, 35 (4): 10-19.

- [5] 王红丽,高雅琴,景盛翱,等.基于走航监测的长三角工业园区周边大气挥发性有机物污染特征[J].环境科学,2021,42(3):1 298-1 305.
WANG Hongli, GAO Yaqin, JING Sheng'ao, et al. Characterization of Volatile Organic Compounds (VOCs) Using Mobile Monitoring Around the Industrial Parks in the Yangzte River Delta Region of China [J]. Environmental Science, 2021, 42 (3): 1 298-1 305.
- [6] 徐锋,吕国军,徐乐敏,等.走航监测在化工区大气VOCs污染调查及监管中的应用[J].四川环境,2021,40(3):71-76.
XU Feng, LYU Guojun, XU Leyi, et al. Application of Cruise Monitoring in the Investigation and Supervision of Atmospheric VOCs Pollution in Chemical Industry District [J]. Sichuan Environment, 2021, 40 (3): 71-76.
- [7] 董艳平,喻义勇,徐亮,等.基于SOF-FTIR方法走航观测南京市重点区域特征挥发性有机物[J].环境监测管理与技术,2015,27(5):41-44.
DONG Yanping, YU Yiyong, XU Liang, et al. Based on SOF-FTIR Underway Observation the Characteristic VOCs in Nanjing Key Areas [J]. The Administration and Technique of Environmental Monitoring, 2015, 27 (5): 41-44.
- [8] 宋卓然.2018—2020年江苏省恶臭异味投诉特征分析及建议[J].安徽化工,2022,48(1):107-110.
SONG Zhuoran. Analysis and Suggestions on Odor Complaints in Jiangsu Province from 2018 to 2020 [J]. Anhui Chemical Industry, 2022, 48 (1): 107-110.
- [9] 肖洋,王新娟,韩伟.工业城市有机化工异味应急监测快速溯源[J].中国环境监测,2015,31(2):126-129.
XIAO Yang, WANG Xinjuan, HAN Wei. Study of Rapid Tracing of Organic Chemical Odor Emergency Monitoring for Industrial City [J]. Environmental Monitoring in China, 2015, 31 (2): 126-129.