Global Science Publishing

化工园区挥发性有机物（VOCs）监测预警、溯源与排查体系构建及应用实践

章许云
江苏环保产业技术研究院股份公司，南京 210000

摘要：为全面提升园区的生态环境监控预警能力和管理水平，南京市某化工园区构建了全面的园区挥发性有机物（VOCs）监管体系，该体系包括建立立体监测网络、设定气态污染物特征因子的预警阈值、开发小尺度污染扩散溯源模型及实施有效的排查机制等。这一系列举措整合为园区VOCs监测预警、溯源与排查的一体化管理体系，实现了对园区及其周边敏感区域大气特征污染物的精准追踪与高效管理。本文聚焦于该化工园区的实践案例，深入剖析其VOCs监测预警溯源排查体系的构建与应用，旨在全面提升化工园区的生态环境监测监控预警能力和管理水平。

关键词：VOCs；化工园区；监测预警；溯源排查

Construction and Application of Monitoring, Early Warning, Traceability, and Investigation System for Volatile Organic Compounds (VOCs) in Chemical Industrial Parks

Xuyun Zhang
Jiangsu Academy OF Environmental Industry AND Technology GORP., Nanjing 210000

Abstract: In order to comprehensively improve the ecological environment monitoring, early warning and management level of the park, a chemical park in Nanjing has established a comprehensive VOCs (volatile organic compounds) supervision system, which includes setting early warning thresholds for characteristic factors of gaseous pollutants, establishing a three-dimensional monitoring network, developing a small-scale pollution diffusion source tracing model and implementing an effective investigation mechanism. This series of measures is integrated into an integrated management system for VOCs monitoring, early warning, source tracing and investigation, which realizes the accurate tracking and efficient management of characteristic atmospheric pollutants in the park and its surrounding sensitive areas. This article focuses on the practical case of the chemical park, and deeply analyzes the construction and application of its VOCs monitoring, early warning and source tracing investigation system, aiming to comprehensively improve the ecological environment monitoring, early warning and management level of the chemical park.

Keywords: VOCs; Chemical Industrial Park; Monitoring and Warning; Traceability Investigation

随着工业化进程的加速，化工园区在经济发展中的重要地位及其伴随的环境挑战，其环境保护问题日益凸显。挥发性有机物(VOCs)作为化工园区主要的大气污染物之一，不仅影响空气质量、居民生活质量和环境舒适度，还对人体健康构成威胁[1]。因此，构建一套高效、精准的VOCs监测

预警、溯源与排查体系，对于提升化工园区环境管理水平、保障区域环境安全具有重要意义。

为进一步提升化工园区生态环境监测预警能力与水平，亟需建立一套覆盖化工园区全域的VOCs监测预警溯源排查体系[2]，实现VOCs排放的实时监测、快速预警、精准溯源、有效排查和长期管控，为园区环境管理提供科学依据和技术支撑。

1 研究区概况

某化工园区位于长江北岸，以石化与碳一产业链为主要支撑，并聚焦于化工新材料等新兴产业的发展，致力于构建现代化工产业体系。近年来，为强化环境监测能力，环境监管部门在园区边界区域部署了多个大气环境自动监测站，支撑了对园区VOCs及恶臭气体的监管工作，尽管环境整治已取得一定成效，但园区仍面临大气环境水平提升缓慢、治理技术亟待革新以及周边居民对异味持续投诉等挑战，这些问题与园区追求的高质量发展目标尚存在明显差距。

2 VOCs监测预警溯源排查体系构建方案

该体系运行实施过程可精炼为“五步闭环法”，具体包括：第一步，数据监测，构建高效实时监测体系，全天候的实时监测园区大气环境，紧密跟踪环境质量变化；第二步，超标预警，建立异常预警机制，一旦发现异常数据，立即启动预警机制，迅速响应；第三步，模型溯源，采用高时间分辨率的GC-MS与TOF-MS联用在线监测技术，结合LPDM拉格朗日大气扩散模型，同时参考气态污染因子库及企业生产和治污设备运行状态进行模拟溯源；第四步，人工排查，组织专业团队进行现场排查，精准定位问题源头；第五步，跟踪整改，对企业进行持续的整改评估，确保治理效果，并在此过程中不断发现新的潜在污染问题，从而触发新一轮的循环管理，见图1。这一流程形成了一个闭环的管理体系，相关主体在多维度上共同推进园区环境问题的整治工作，项目通过持续的实时监测与跟踪评估，确保园区环境治理效果得到优化。

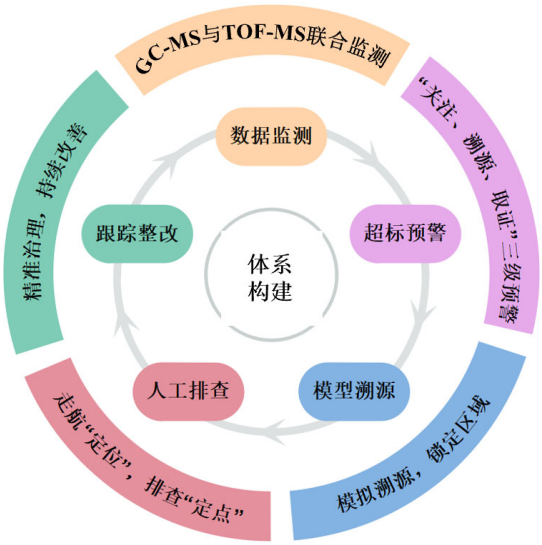

图 1. VOCs 监控预警溯源排查体系构建

2.1 构建高效实时监测体系

针对特定区域的企业污染因子及排放特性，部署了“五站一车”的监测网络，实现了静态与动态监测的结合。通过创新性地融合GC-MS（气质联用技术）与TOF-MS（飞行时间质谱技术），充分发挥GC-MS在精准定性与定量方面的优势，以及TOF-MS在秒级响应与全谱检测方面的特长，确保站点的大气环境监测的速度与精确度。同时，充分利用园区已有的气态因子库，靶向监控区域内废气特征因子的异常变动，确保了站点监测的精准性和时效性。

2.2 建立异常预警机制

依据国家及地方发布的VOCs无组织排放厂界标准、物质嗅阈值及有毒有害物质接触限值等，通过化学结构相关性分析及类比法[3]，并结合日常监测数据的平均浓度水平，为区域内的所有特征因子设定了合理的预警阈值。一旦监测数据超过阈值，系统将立即触发预警，实现对特征因子的即时预警，为后续的快速响应提供了有力支持。

2.3 精准模拟溯源

为了对污染物的传输轨迹进行预测，引入了LPDM拉格朗日溯源模型[4]，准确研判污染物的来源及方向。采用高时间分辨率GC-MS、TOF-MS联用的在线监测技术与LPDM拉格朗日大气扩散模型相结合[5]，并辅以气态污染因子库及企业生产与治污设备的运行情况，能够迅速圈定疑似排污企业，为现场排查人员提供了溯源排查线索。

2.4 人工现场排查

在现场排查过程中，排查经验对模拟溯源结果进行验证，通过移动监测车对企业边界进行初步排查[6]，随后由专业人员携带专业设备进行深入排查，直至锁定污染点位，找出问题的根源，并在必要时进行采样留证，为后续治理提供实际证据。

2.5 持续跟踪评估与改进

为了确保治理效果并及时发现新的污染问题，采用了实时监测的方式对企业治理效果进行跟踪评估。通过持续监测与分析数据变化，能够及时发现潜在的污染风险并采取相应的预防措施。同时，也根据评估结果对监测方案进行不断优化与调整，以确保监测工作的持续有效性与准确性。

通过构建高效实时监测体系、智能化异常预警机制、精准模拟溯源与排查、高效沟通反馈机制以及持续跟踪评估与改进等多个环节，实现了对区域内大气环境的全面、精准、高效的监测与治理。

3 应用案例

2020年9月，监测站点 PTR-TOF设备检测到硫化氢的浓度出现了异常波动，在夜间20:00至次日凌晨5:00之间达到了高峰值。部分高值触发了平台的硫化氢三级预警，并且浓度已经超出了《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）所规定的厂界二级新扩改建标准。

（1）定向溯源阶段，利用超标时刻风向及周边企业气态污染因子数据库信息，软件平台自动运行污染源溯源模型，初步判定污染物源自A公司污水站有组织排口。

（2）定位溯源阶段，移动监测走航车在A公司南侧厂界及其污水站下风向检测到硫化氢浓度高值，初步证实该企业存在大气污染。

（3）定点排查阶段，溯源排查小组携带便携式设备，针对可疑装置进行检查，最终确认污染源位于A公司污水站[7]。

排查当日，除污水站处有移动监测浓度高点，其余部位暂未发现VOCs及恶臭因子浓度异常，确认污染来源后，环境监管部门约谈企业，并将排查结果通报企业。企业认可排查报告内容，对排查问题进行签收，并给出问题整改完成时间。

4 小结

本研究通过构建针对化工园区的VOCs监测预警、排放溯源及动态应急响应的综合性管理体系，实现了从监测预警到排放源追溯，再到应急响应措施实施的全过程精细化管理。结合VOCs监测预警与溯源排查机制，环境监管部门能够精确识别污染源头，实施有针对性的治理措施，从而以科学的手段有效解决大气环境污染问题。

参考文献

[1] 方晶晶, 章骅, 吕凡, 等. 生活垃圾收运过程中恶臭暴露的健康风险评估[J]. 中国环境科学, 2015(3): 11. DOI:CNKI:SUN:ZGHJ.0.2015-03-046.

[2] 吴剑, 吴海锁, 张玲玲, 等. 化工园区大气环境监控预警体系建设探讨及发展趋势[J]. 广东化工, 2019, 46(24): 3. DOI:CNKI:SUN:GDHG.0.2019-24-036.

[3] 卢勇宏, 何涛, 陈祥华, 等.福建省某化工园区有毒有害气体预警阈值应用与优化研究[J]. 当代化工研究, 2021(24): 4. DOI:10.3969/j.issn.1672-8114.2021.24.037.

[4] 刘强. 拉格朗日输送扩散模式在大气环境中的应用研究[D]. 南京大学[2024-12-04].

[5] 王东方. 工业园区典型 VOCs 污染过程精细化溯源[J]. 中国环境科学, 2022, 42(2):8.

[6] 阮佳鑫, 汪辉, 张定定, 等. 基于大气走航监测的大气污染治理决策支持系统的建设与初步应用[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(7): 43-45. DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2023-07-14.

[7] 丁晓叶. 化工园区气态污染物特征因子库的建立与应用[J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(3): 160-162.

Copyright © 2025 by author(s) and Global Science Publishing Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access