

城市大气中挥发性有机物（VOCs）的溯源检测技术及应用

金春华

苏州市建科检测技术有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i3.2606

[摘要] 从挥发性有机化合物(VOCs)的源解析入手,论述了我国城市空气中挥发性有机化合物的来源和危害;本文对目前我国城市空气中挥发性有机化合物的检测方法进行了综述,并着重对气相色谱-质谱(GC-MS)、指纹图等进行了研究;并通过实例对我国VOCs污染控制的对策和政策进行了阐述。研究发现,空气中挥发性有机化合物(VOCs)是一种重要的空气污染物。要从源头做起,对VOCs进行监控,并将其与经济发展和生态环境保护相结合,在此基础上,加大环境保护力度,提高公众的环境保护意识,提高尾气处理技术和工艺水平,推动VOCs源头治理和终端治理的协同发展。

[关键词] 空气污染; VOCs; 溯源检验; 技术

中图分类号: X171.5 **文献标识码:** A

Trace detection technology and application of volatile organic compounds (VOCs) in urban atmosphere

Chunhua Jin

Suzhou Jianke Testing Technology Co.,LTD

[Abstract] By analyzing the source of VOCs (VOC), the source and effect of VOCs in the city air are described. The monitoring techniques of VOCs in the city are introduced, including traditional and new monitoring techniques, GC-MS and fingerprint printing techniques are introduced. Finally, the management measures and policies for VOCs are explained. The results indicate that VOCs are one of the most important pollutants in city atmosphere. VOCs The monitoring and control work should be carried out from the source, with strict emission control measures, with the combination of economic development and eco-environmental policy, to raise the awareness of environmental protection, to raise the level of treatment and technology of waste gas, to promote the coordinated development of VOCs source control and terminal management.

[Key words] air pollution; VOCs; source tracing test; technology

引言

挥发性有机化合物(VOCs)是一种具有毒性、刺激性、致突变性和致癌性的有机污染物,严重威胁人类的健康。当前,我国城市空气中挥发性有机化合物(VOCs)的污染日趋严重,已成为危害城市生态环境和人类健康的重要因素。国家已制定了一系列挥发性有机物的排放标准,同时也在进行VOCs的监测和治理。然而,我们在研究过程中发现,我国城市空气中挥发性有机物主要来自工业排放、机动车排放、餐饮油烟、固定污染源等。因此,有必要对城市空气中挥发性有机物进行综合监测。通过对城市空气中挥发性有机物的来源、对其产生的影响进行了分析,并对其溯源探测方法和应用进行了讨论。在城市大气中,挥发性有机物广泛存在于气体、悬浮颗粒和气溶胶中,并随气流动,最终到达地面。其中,颗粒态的VOCs主要来自工业排放、机动车排放、餐饮油烟等;气态的VOCs主要来自石油化工、包装印刷、固定源和机动车辆等。虽然在城市大气中的浓度相对较低,但它

对人类健康和生态环境具有很大影响。

1 挥发性有机化合物(VOCs)的来源及影响

1.1 挥发性有机化合物的概念及特征

VOCs是一种典型的有机化合物,通常情况下其饱和蒸气压超过35Pa,常压下沸点低于250℃。VOCs是一种易挥发、易挥发的有机污染物,其不易去除,可在大气中长时间滞留,造成大气、光等环境问题,严重危害人类健康。挥发性有机化合物是一种有毒物质,极易危害人类健康。VOCs的生物毒性与分子结构密切相关,能生成氧化亚氮(N₂O)、二次有机气溶胶(SOA)等氧化型中间产物,对生态环境造成较大的影响。另外,挥发性有机化合物也有一定的致癌性。挥发性有机化合物(VOCs)是一种新型的有机污染物,其污染不但危害人类的身体健康,还可能危害生态环境。

1.2 挥发性有机化合物的重要来源

大气中挥发性有机物的排放可分为工业生产排放、机动车

排放、餐饮油烟排放以及固定污染源4类。目前,企业普遍关注VOCs排放,并通过一系列减排措施,但同时也造成大量VOCs排放量。目前,我国城市道路交通事故的原因主要是燃油车辆的燃烧不完全,并且还受到车辆数量和车辆类型的影响。目前,我国餐饮业油烟污染的原因主要是燃烧不符合标准,并且还和餐饮业的数量、规模、布局等因素有关。固定污染源是指燃煤、石化和家具制造业等生产企业排放的废气。随着社会经济的发展,挥发性有机物污染问题也逐渐凸显,为解决这一问题,我国出台了多项相关政策,其中最重要的一项就是开展工业生产过程中的VOCs排放控制。

1.3 挥发性有机化合物对空气质量的影响

挥发性有机物(VOCs)含量低、水溶性好,容易在大气中生成光化学烟雾,严重影响环境质量。研究表明,挥发性有机化合物(VOCs)对空气质量有较大的影响,主要表现在春夏季。挥发性有机物在春季释放量最大,浓度最高;在秋季,挥发性有机物的释放量处于最低值,其浓度也很低。在冬春交替时期,由于恶劣的天气状况,VOCs释放量很大,浓度也很高。

2 城市大气挥发性有机物的检测方法

2.1 常规检验

当前,国内对空气中挥发性有机物的检测主要有四种:(1)便携式气相色谱仪,即利用仪器对气态物质进行直接采样,从而达到原位检测的目的。(2)全自动取样方法,采用全自动采样仪对试样进行取样、分析、处理,以达到室内检测的目的;(3)气相色谱,即用仪器从气态组分中分离出挥发性有机物,再用GC方法对其进行检测;(4)吹洗捕集,即在特定的温度条件下,将试样送入试样管内,然后用气相色谱方法测定。

2.2 新出现的监控技术

近年来,随着科学技术的进步,一些新的分析方法相继问世,如气相色谱-质谱(GC-MS)、指纹分析(GC-MS)等。气相色谱-质谱(GC-MS)是一种基于气相色谱-质谱(GC-MS)检测VOCs的重要方法,其基本原理是在特定的温度条件下,将试样吹扫至试样管内,经柱层析分离,最终经检测器检测。气相色谱-质谱(GC-MS)是一种高灵敏度、高精度、快速、简便的VOCs检测方法。通过对样品的取样、前处理、组分分析及信号提取,可以获得挥发性有机物的主要组分。由于GC-MS具有灵敏度高、选择性好、操作简单、重复性好等优点,已成为挥发性有机物分析的主要手段。

指纹分析(GC-MS)是利用待测VOCs与标准化合物的相对分子质量或化学结构,通过对比被测物质的特征分子离子信号,来确定待测物质的化学结构。在对城市大气中挥发性有机物进行溯源时,可以采用指纹分析(GC-MS)的方法。指纹分析(GC-MS)可用于分析样品中多种化合物的组分和化学结构,并通过质谱定性和定量。

2.3 传感技术

目前,国内外主要采用气相色谱-质谱(GC-MS)分析方法及指纹分析方法。本项目拟在前期工作基础上,以GC为主要检测手

段,在取样管内采集VOCs,结合气敏传感器,获取VOCs组分信息。在此基础上,建立了一种基于气相色谱的方法,即对样品进行取样和前处理,然后用GC分析的方法。该方法已被成功应用于中国的7个城市大气VOCs组分信息的获取,结果表明:(1)七个城市中,有2个城市在大气VOCs中检测到了SOA,而在其他5个城市中,检测到了其他类型的VOCs。(2)该方法对SOA的检出率为97.5%,对其他5个城市中VOCs的检出率均大于90%。(3)该方法对SOA和VOCs均有较高的检出率,检出限分别为0.010~0.019 ppb和0.001~0.001ppb。此外,还发现了一个城市中两种不同类型的VOCs。(4)该方法对7个城市中每种VOCs的种类分布和浓度分布也有较好的获取效果,且能同时获取多个城市VOCs的浓度分布信息。

3 挥发性有机物的溯源分析方法及其在工业中的应用

3.1 化学工艺

化学法是指通过对挥发性有机化合物的组分进行检测,采用定性与定量分析相结合的方法,对挥发性有机化合物的来源进行解析。在城市空气中挥发性有机物的监测中,化学法是最常用的一种溯源手段。化学法主要有两种:一种是对挥发性有机化合物进行直接测定;二是运用化学计量学原理,通过对挥发性有机物组分的相对含量进行判别。由于其操作简便,速度快,结果准确,因此在城市空气中VOCs的溯源研究中得到了广泛应用。随着科学技术的进步,以及各种检测手段的不断改进,化学分析法逐渐替代了常规分析法。例如,利用GC-FID(热解析-气相色谱-质谱联用仪)和GC-MS(气相色谱-质谱联用法),可以对挥发性有机化合物进行定性和定量分析。这两种分析方法的灵敏度高,准确度好,是目前城市空气中挥发性有机物的溯源分析常用方法。

3.2 数学模型的建立

数学模拟法是利用数学模型,对挥发性有机物进行解析与溯源。由于VOCs成分复杂,各组分间具有一定的协同效应,在建模中必须充分考虑VOCs组分特性并选择适当的数学模型。当前,国内外学者对VOCs进行了源解析与溯源研究。本项目拟以17种典型VOCs为研究对象,构建基于FAM和MLR的VOCs溯源模型。在此基础上,采用TDS/DMAH/FAM三种表征因素对VOCs进行表征,构建基于MLR的VOCs来源溯源模型。

3.3 个案研究

本项目拟以我国典型城市为研究对象,采用化学分析与数学模型等手段,开展VOCs源解析研究。本项目拟基于VOCs监测数据,选择10个典型的污染源,利用气相色谱-质谱(GC-MS)、气相色谱-质谱(GC-MS)等手段,对不同来源的污染物进行溯源解析。本项目拟利用多变量回归(MLR)技术开展来源解析研究,并对模式进行验证。研究发现,在所调查的城市中,对挥发性有机物贡献最大的是固定源,其贡献率达51.88%。

4 城市空气挥发性有机物的控制与防治对策

4.1 挥发性有机物的源头控制和终端处理

挥发性有机废气的治理可分为源头治理与终端处理两大类。“源头治理”就是通过对挥发性有机污染物的排放总量进行控制,以实现VOCs减排;终端处理是指以源头控制为手段,对VOCs的污染控制效应进行有效扩展,从而达到最大程度地防控VOCs污染的作用。当前,VOCs治理的关键是源头控制和终端处理。在源头治理方面,主要包括流程改造和流程改造等;终端处理工艺有吸附、吸收、燃烧、冷凝、膜分离等。

4.2 方针和行政

一是要健全法制制度。要持续健全《挥发性有机物污染防治法》等法律法规,明确各部门职责,加强对VOCs的监控和治理工作;二是要提高监察和监督的能力。要加强对VOCs排放的监测和监控,把VOCs纳入日常监管之中,制定相应的法律法规和政策,促进企业减排。通过新闻媒体,公益广告,宣传车,标语等多种形式,开展广泛的宣传,提高人们的环境保护意识。

5 总结

综上所述,通过对不同来源、不同时段、不同区域的大气VOCs的连续观测,综合运用常规监测手段和新型监测手段,实现

对不同来源、不同时段、不同区域的空气VOCs的动态监测,以全面把握我国城市空气中VOCs的排放特征及环境质量的变化。因此,从源头治理VOCs是实现VOCs减排的重要途径,需要制定严格的VOCs减排体系,并在此基础上积极推广和应用高效、环境友好的清洁生产工艺。通过建立科学、全面、统一、权威、高效、协同、智慧的大气环境监测系统,推动我国城市大气VOCs源头治理和终端治理协同发展。

[参考文献]

[1]刘秀香,王艳娟.基于多元回归模型的VOCs源追踪[J].环境科学研究,2018(03):30-31.

[2]黄德刚.基于气相色谱-质谱联用技术的VOCs污染源溯源分析[J].环境监测,2017(09):22-25.

[3]何卫兵.城市大气VOCs源解析[J].环境科学与技术,2017(10):17-21.

作者简介:

金春华(1982--),男,汉族,江苏省苏州市人,本科,职称:工程师(准备申请副高),研究方向:环境监测。