

Analysis of VOC Monitoring, Migration and Transformation in Atmospheric Environment

Shasha Wang Dongxian Li

Ziyang Ecological Environment Monitoring Center Station in Sichuan, Ziyang, Sichuan, 641300, China

Abstract

In recent years, the atmospheric environment in China has become increasingly severe, and regional comprehensive environmental pollution characterized by ozone, $PM_{2.5}$, and acid rain has become increasingly prominent. Large scale serious environmental pollution incidents across the country have also intensified, seriously affecting China's economic and social development and threatening the physical health of the entire population. Volatile organic compounds (VOCs) are the main precursors for the production of $PM_{2.5}$ and ozone gases. Especially for VOC, the change of content will occur with the change of the position state of the material release source, wind intensity, environmental stability and other factors. In this case, the dilution, diffusion, migration and transformation of VOC will be controlled. In view of this, the monitoring, migration and transformation of VOC in atmospheric environment will be briefly studied and discussed in this chapter.

Keywords

atmospheric environment; VOC monitoring; migration and transformation

大气环境中 VOC 的监测与迁移转化问题分析

王莎莎 李东仙

四川省资阳生态环境监测中心站, 中国 · 四川 资阳 641300

摘要

近年中国大气环境状况日趋恶劣, 以臭氧、 $PM_{2.5}$ 和酸雨为特点的地区性综合性环境污染日益突出, 全国范围内的大规模环境严重环境污染事件也不断加剧, 已严重影响中国经济社会发展、威胁全国百姓身体健康。而挥发性有机物 (VOCs) 是产生 $PM_{2.5}$ 和产生臭氧气体的最主要前驱物质。特别是针对 VOC 而言, 含量的改变将随着物质释放源的位置状态、风力强度状况、环境稳定性等因子的改变而发生。在这种情况下, VOC 的稀释、扩散和迁移转化情况都将受控制。针对此, 论文还将对大气环境中 VOC 的监测与迁移转化情况进行简单的研究和讨论。

关键词

大气环境; VOC 监测; 迁移转化

1 大气环境中 VOC 的监测的必要性

众所周知, 一直至今, 国家政府部门都在重视 VOC 污染防治管理工作, 这一年的 VOCs 治理产业经验也强烈地推动着中国环保产业的发展。近年来, 环境污染日益突出, 臭氧成为环保主要污染直接损害室内空气品质的比例正逐步加大, 而挥发性有机物 (VOC) 是产生臭氧和 $PM_{2.5}$ 的主要前驱物。VOC 的来源较多, 成分繁杂, 常为有毒有害化学物质, 对环境健康和人们生活带来重大风险。科学研究证明, VOC 对中枢神经网络控制系统产生难以扭转的伤害, 流入体内后对肝功能、肾脏、心血产生侵害效应。近年来, 中国开始致力于环境空气质量现状的改变, 而且明确指出对 117 种臭氧前体物实行长年持久性测试, 事项涉及烷烃、烯烃、

芳香烃、含氧挥发性有机物 (VOC)、卤代烃等。由于在该方法中监控的 VOCs 类型众多, 且监控困难极大, 因此对环境检验检测机构也有很高的要求。

2 大气环境中 VOC 的危害

2.1 引发着火和爆破

它最重要针对的是乙炔、丙烯和脂肪烃类中的 VOC, 它作为油田化工产品的重要组成部分, 在许多企业当中都具有广泛和普遍的使用。与此同时, 这种化学物质在一般条件下危害性也是相当小的, 也没有给人类身体造成明显的危险。但若是在相当大的剂量浓度时, 则可能危害人类生命。与此同时, 这种 VOC 化学物质有着易燃易爆的特点, 一旦应用或者贮存不良时, 很容易引起起火或者自爆的危险, 对公司产品项目的进行带来困难, 或者导致人员伤亡。

2.2 对人体健康产生威胁

由于 VOC 会以直接或间接的方式对人体健康产生威

【作者简介】王莎莎 (1992-), 中国山东人, 硕士, 工程师, 从事环境监测分析研究。

胁。因此，VOC 可以通过嗅觉发散、感觉激发等方式来对身体控制系统产生危害，从而使得身体逐渐走向疾病，并展现出一种基因毒性的多环芳烃类化合物。而与此同时，由于大多数 VOC 都具有特定的刺激性气体。在大气环境当中，一旦 VOC 超过了规定的含量值，在短时期内就会使得身体产生头痛、恶心、拉肚子等现象，甚至于还可以产生痉挛、晕厥等现象。而长时间处在 VOC 含量超标的大气环境当中，或许会产生记忆力下降的现象，肝、肾功能、脑部以及中枢神经系统都会遭受不同的危害。当前，VOC 中含有的许多种类如甲苯类、聚乙醛类等都被列入了致癌物。其中，甲苯类化合物会对人体内的神经中枢系统产生影响，在严重情况时会造成神经功能障碍，甚至还会影响造血器官机能的正常发展，从而会导致机体产生大量出血现象，甚至直接引发败血症等。而卤代烃类物质也会造成人类神经衰弱，并且造成人体内的血小板含量下降，以及肝功能减退，最后还可能引发恶性肿瘤。

3 控制大气环境中 VOC 水平的具体方法

近年来，大气环境中的 VOC 引起了世界各国、公众的着重注意。在引起重视的同时，还必须注重观察。当前使用的 VOC 技术方法主要有：采集样品方法→预处理→专业仪器方法。

3.1 大气环境中 VOC 采样

在取样时，吸收取样法是指通过利用固定的吸收剂，比如活性炭等对试样加以吸收。在应用吸收采样法时，要考虑试样的特性，也就是必须有比较稳定的化学物质，才能有效提高收集的工作效率。在面临着各种复杂的 VOC 中，单纯的吸附剂是无法达到吸附效果的，因而必须有分层的吸收方法，将各种吸附剂从上到下加以排序，才能更容易更便利于以后的设备分析。

第二个办法也是全量的空气采样法。该种取样方式是指对特定的物质加以浓缩处理，还包括对收集的物质加以冰冻浓缩，以便将样品变得浓密，更有利于后续的研究。该种技术一般用来检测低温碳氢化合物和卤代烃物质，相比吸附采样法，它会比较方便，精度也比较高。

3.2 对采集的样品预处理

对已收集的样本进行预处理也是非常关键的工作，在许多预处理的技术中，最简单的技术便是溶剂萃取技术。但必须注意的是有些溶剂附带有毒，尽管相比于常规蒸馏法、萃取法等方法更为简单，但同时也具有一定的危险性。但在近年来，中国国内外还不断有新的科技问世，如固相萃取法、临界流体参数萃取法等，这种科学技术都是通过适当改进之后的新技术，为 VOC 的检测提供便利。

3.3 使用专业设备对 VOC 进行分析

对 VOC 的检测，一般采用 PID 和 FID 两种检测方法的仪器。如图 1 所示，PID 和 FID 两个探测器的基本构造也

大体如此。但二个不同的仪器由于作用机理不同，探测的目标也有所不同。

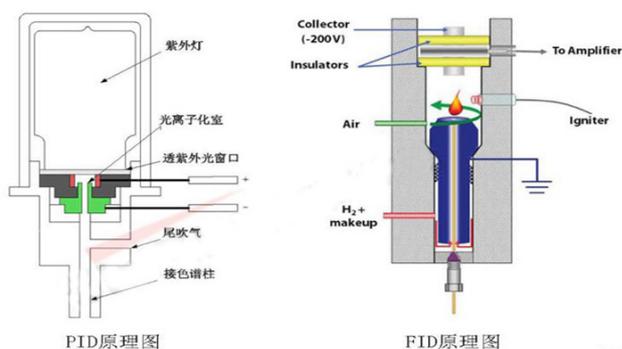


图 1 PID 原理图与 FID 原理图

PID 也叫做光离子化检测仪，这类设备一般都是利用紫外光等能量来电离物质原子，当分析物质在经过紫外光灯的电离过程之后，通常只能电离一小部分的 VOC 元素，但是它们在经过 PID 离子化之后仍然可以融合为整体的物质，并且可以利用船尾吹气流入色谱分析的柱内，从而进入下一个分析。

而 FID 则是火焰离子化探测器，这类探测器主要是利用氢火焰的催化性爆炸来电离 VOC 元素，当 FID 在探测过程中，测量的试样气体会被催化剂点燃，使得 FID 对测量的试样气体产生了不可逆的破坏性。所以一般的火焰离子化检测器之后都不连接上一个色谱分析的柱，只是通过研究它的化学结构来测定在 VOC 中的数量和浓度。

4 空气中 VOC 采样方法

4.1 固相微萃法

这种采样方法相对较新，且整体过程也非常简便、无须用到有机合成溶液，还能够综合收集、浓缩、进样等各项工作环节构成，基本上包括了提取头、手柄。它们的最重要部分就是提取头，并在表面上产生聚合。而通常的提取头采用的是聚二甲基硅氧烷（也即 PDMS）类型涂料，可正确筛选非极化吸收物；涂层是聚丙烯酸酯（业绩 PA）的提取头，则更适宜于收集一种极性复合物，通常用来进行分析研究酚类、有机合成氯等。而它们的涂膜厚度也关乎着复合物收集效果，因此 100 μm 下的 PDMS 更适用于收集沸点不高、极易挥发性类型的非极性复合物；而 7 μm 下的 PDMS 则适宜采集挥发性能、沸点高等的非极性物质。所以，根据具体情况的化物应，要求适当选用萃取头。在进行取样时，需要先提出萃取头，并垂直裸露在室内空气中进行取样；待顺利完成采样工作后，径直回收萃取头便好。接着，向进样口直接插入，继续提出萃取头，便会热解吸收收集下来的有机物质，待载气进到毛细管柱边进行检测。

4.2 吸附式采样方式

吸附取样主要是采集低强度 VOC 并对其加以检测。此外，选取适当的活性炭吸附剂也十分关键，在选取时要注意

吸收物质的化学稳定性。另外,吸收物质还应该具备一定的物理化学特性和很大的化学吸收功能,才可以获取更有效的低强度 VOC 样本。一般 VOC 吸收物质分为两个类型,包括碳吸收物质型和聚合物类型。因为活性的碳吸附剂对结构起着直接作用,所以在选取吸附物质时要遵循如下准则:吸收物质在实验中无法直接和 VOC 发生化学和物理化学反应,即吸收物质必须具备一定的化学反应和物理功能;吸附剂的化学吸收功能尽量大,能容纳较多的 VOC;化学吸收方法简单;尽可能地不影响吸收物质的原有结构;选择吸收能力非常好的目标化合物吸附剂。吸附剂可以用于吸收每一个声波,而不是所有的声波。

4.3 罐采样

一方面,罐容器取样设备大多使用经研磨抛光和钝化的不锈钢罐,以 Summa 罐为典型,具备了抗氧化性较好、便于进行中远距离样本存储和运输以及存储容器的安全性较高等优势,同时可以对大多数的 VOC 样品长时间存储,且不易与样品产生化学反应,更适合于在无设备取样场所的集中分类采集样品应用。另一方面,通过罐容器取样可以对目标的气态物质进行收集,并利用气相色谱-质谱联用技术来更精确的定性、定量分析样本的挥发性和零点五挥发性有机物质组成,这和其他方法比较还是独具优越性的。不过罐容器取样的前期投资成本较大,对设备维护和应用耗费也很大。但是,这种取样方法目前在西欧发达国家相当普遍,中国大部分仍然使用袋装取样方法。

4.4 气相色谱法

气相色谱法是一个崭新的分离方法,它的使用范围相当广泛,特别针对 VPC 类型的物质,可以实现定性、量化的分析方法,如火焰电离化探测器(FID)、质谱测试仪等,都是常常被作为气相色谱法的实验设备。由于这些方法比较安全、快捷、用途广泛,因此被使用的数量也相当大。而这些技术的基本原理便是,通过使用所选择的试剂确定固定气相与固定液相分布系数的不同,而后再进行多次配置。因为固定相与溶液中各部分化合物所保留的速度都不同,因此化合物在色谱分析法柱中的移动速率也就会有所不同,这样就可以分开,然后再根据速度不同依次进入探测器。正由于分离质量较好、分离性能快,解析性能高等许多特性,气相色谱法得以普遍的应用。

5 大气环境中 VOC 的迁移转化

大气化学物质的含量还会受到许多各种因素的限制,如污染源的地点和种类、周围自然环境的形势景观,还有化学物质的分配情况等都是极为重要的方面。但与此同样,由于自然大气条件并没有稳定静止的,而且始终处在不断变化演变的阶段。所以, VOC 也会伴随自然环境的改变而产生迁徙和转变现象,这就导致相关的困难继续加大。所以当前,在对 VOC 的迁徙与转移问题开展深入研究的过程中,人类一般都会将大气环境转变物的特性当作切合点,并在这种基石上采用反推的形态来获得转变规律性,从而理解自然环境条件发生变化。但在实现建模的过程中也会面临着较大的困难。这首先是因为在大气环境当中含有了很多种不同衍生物,而这种化学物质相互之间都会产生化学反应。参加化学反应的化学物质基本上涵盖了氧化剂、碳氢化合物还有氮氧化物等,而这种化学物质都会在经过长期作用以后产生臭氧,而臭氧则能够促进 VOC 的迁移与转化。

6 结语

总而言之,防治大气污染是环境保护的主要一项,因为生物们在地球上所有生活时刻都要呼吸,而空气质量情况又对于我们的心肺等身体器官都有着重要的影响。因此目前在地球大气环境当中的 VOC 开展检测的时候,所使用的方法主要是化学气相色谱法,而近年来我们还在当中引进了热解析方法。在上述方法的帮助下,我们已经研发得出了便携式的天气色谱仪,这也可以对 VOC 的含量开展实地检测,从而大大降低了检测的生产成本。但当前,中国对 VOC 的检测和迁移转化手段都处于初步发展的阶段,与国家相比还面临着一定的科技缺口。在未来的发展中,科研人员和工程技术人员还需要进一步不断创新和完善。

参考文献

- [1] 陶路.浅谈大气环境中VOC的监测[C]//2019中国环境科学学会科学技术年会论文集(第三卷),2019.
- [2] 仲晓倩,郑雯倩,赵梦楠.大气环境中挥发性有机化合物VOCs的监测方法探究[J].中国资源综合利用,2019,37(6):137-139.
- [3] 梁阔.浅析大气环境中VOC的监测与迁移转化问题[J].科技与创新,2016(12):1.