

# 大气环境的 VOCs 监测与治理

## VOCs Monitoring and Management of Atmospheric Environment

王月梅

Yuemei Wang

包头市生态环境局综合保障中心 中国·内蒙古 包头 014060

Baotou Ecological Environment Bureau Comprehensive Support Center, Baotou, Inner Mongolia, 014060, China

**摘要:** 挥发性有机化合物 (VOCs) 是大气环境主要的污染物之一, 其来源复杂, 危害巨大。为提升 VOCs 治理能力, 论文系统研究了 VOCs 的监测与治理方法。从 VOCs 的定义和分类、工业废气排放的影响, 到 VOCs 对自然环境和人体健康的危害程度, 深入分析了 VOCs 的来源与危害。

**Abstract:** Volatile organic compounds (VOCs) are one of the main pollutants in the atmospheric environment, with complex sources and great harm. In order to improve the governance capacity of VOCs, this paper systematically studies the monitoring and governance methods of VOCs. From the definition and classification of VOCs, the impact of industrial exhaust emissions, to the harm of VOCs to the natural environment and human health, the source and harm of VOCs are deeply analyzed.

**关键词:** 挥发性有机化合物 (VOCs); 大气环境; 监测技术; 治理方法

**Keywords:** volatile organic compounds (VOCs); atmospheric environment; monitoring technology; management method

**DOI:** 10.12346/eped.v2i1.9267

## 1 引言

随着社会经济的发展和工业化程度的提高, 中国大气环境因工业废气、交通尾气以及其他排放源的作用, VOCs 成分日益复杂, 浓度逐渐增加, 这使得 VOCs 的监测与治理成为当务之急。论文旨在深入探讨 VOCs 的来源、危害, 以及监测与治理的关键技术和方法, 通过综合分析, 为制定科学合理的 VOCs 治理策略提供参考依据, 以推动中国大气环境质量的提升。

## 2 VOCs 的来源与危害

### 2.1 VOCs 的定义和分类

挥发性有机化合物 (VOCs) 是一类在标准温度和压力下能够挥发的有机化合物, 主要包括多种碳氢化合物, 如烷烃、烯烃、芳香烃以及卤代碳等。这些化合物的挥发性和多样性使得它们成为大气环境中主要的空气污染物之一。VOCs 的来源非常广泛, 包括工业生产、交通尾气、家居用品、植物和其他自然资源。根据其分子结构和化学性质,

VOCs 可以进一步分为饱和烃、不饱和烃和含氧化合物等不同类别。这样的分类对于深入了解不同 VOCs 的性质和行为具有重要意义。

### 2.2 工业废气和其他排放源对大气环境的影响

工业废气排放是 VOCs 的重要来源之一。随着工业化程度的提高, 各类生产过程中释放的 VOCs 成分日益丰富, 对大气环境产生着直接而深远的影响。工业废气中的 VOCs 主要来自溶剂使用、燃煤、石油加工等过程, 其中以溶剂使用为主的 VOCs 释放量尤为显著。交通尾气、建筑装修、家居用品等也是大气环境中 VOCs 的重要排放源。交通尾气中的 VOCs 主要来自燃烧产生的有机废气, 而建筑和家居用品的装修材料中常含有挥发性有机物, 它们在使用过程中释放到室外空气, 对周边大气环境构成一定的影响。这些排放源对大气环境造成的不仅是 VOCs 浓度的升高, 还可能引起一系列的气象和气候变化。VOCs 与氮氧化物等大气成分相互作用, 形成二次污染物, 如臭氧和细颗粒物等, 这些物质对植被和水体带来危害。因此, 对不同排放源的 VOCs 释放特征

【作者简介】王月梅 (1982-), 女, 中国内蒙古包头人, 本科, 工程师, 从事环境监测研究。

的深入了解,有助于制定有针对性的减排措施,从而减缓其对大气环境的不良影响<sup>[1]</sup>。

### 2.3 VOCs 对自然环境和人体健康的危害程度

VOCs 对自然环境和人体健康的危害程度是复杂而严重的。在自然环境中, VOCs 可以通过大气传播进入水体和土壤,对水生生物和土壤生态系统产生负面影响。特别是挥发性有机物对水体的生态系统有直接的损害,可能导致水生植物的死亡,破坏水域的生态平衡。VOCs 还参与大气化学反应,形成臭氧和细颗粒物等二次污染物,加剧空气污染的程度,对大气环境产生长期而深远的影响。

对于人体健康而言,长期暴露于高浓度的 VOCs 环境中可能导致一系列的健康问题。VOCs 中的苯类物质被认为是潜在的致癌物质,而一些有机溶剂则可能对中枢神经系统和呼吸系统产生损害。挥发性有机物也与过敏、免疫系统异常等健康问题有关。尤其是在城市地区,由于交通尾气和工业排放等多重因素,人们更容易受到 VOCs 的影响,增加了患病的风险。

## 3 大气环境中常用的 VOCs 监测技术

### 3.1 主动监测方法

主动监测方法在 VOCs 监测中占据着核心地位。这些方法通过主动采集大气样品,并运用特定的分析仪器对挥发性有机化合物进行定量测定。其中,气相色谱法和质谱法是两种主要的主动监测技术。气相色谱法(Gas Chromatography, GC)是一种基于化学分离原理的分析技术,适用于复杂混合气体中 VOCs 的分析。该方法通过将样品中的挥发性有机物分离出来,使其在柱中产生峰状图谱,通过检测器进行识别和定量。气相色谱法具有高分辨率和灵敏度的优势,能够有效地分析和监测不同种类的 VOCs,对于复杂环境中的 VOCs 定量分析具有重要价值。

另一种常用的主动监测技术是质谱法(Mass Spectrometry, MS),它通过将挥发性有机物分子进行质量分析,提供了高度准确的分析结果。质谱法可以进一步确定 VOCs 的分子结构和组成,对于复杂的 VOCs 混合物有着独特的优势。质谱法在高灵敏度和高分辨率方面的特点,使其成为大气环境中 VOCs 分析的重要手段<sup>[2]</sup>。

### 3.2 被动监测方法

被动监测方法与主动监测相对应,通过设置采样器被动吸附周围空气中的 VOCs,然后将采样器带回实验室进行分析。被动监测方法的应用使得长期、大范围的监测成为可能,它主要包括吸附管采样和传感器技术。吸附管采样是一种基于吸附剂对 VOCs 的吸附能力进行监测的方法。在采样期间,吸附管中的吸附剂吸附大气中的 VOCs,然后通过实验室分析吸附剂来测定 VOCs 的浓度。这种方法的相对简便,成本相对较低,适用于长时间、大范围的监测。

传感器技术是一种基于特定传感器对 VOCs 进行实时监

测的方法,随着传感器技术的不断创新,其在实时性和便携性上得到了显著提升。传感器监测可以在实地实时监测 VOCs 的浓度,为环境监测提供更灵活的解决方案,这种方法尤其适用于需要即时响应和移动监测的场景,如城市空气质量监测、工业区域的定点监测等。

### 3.3 监测技术的优势与局限性

在 VOCs 监测技术的选择中,不同的监测方法各自具有一系列的优势和局限性。主动监测方法的优势在于其高分辨率和准确性。气相色谱法和质谱法作为主动监测的代表,能够提供详细的 VOCs 组分信息,对于科研和监测机构而言,它们是不可或缺的手段。然而,这些方法的仪器成本较高,需要专业技术人员进行操作和维护,使其在长时间大范围的监测中受到一定的限制。

被动监测方法的优势在于其相对便捷,适用于长时间、大范围的监测。吸附管采样和传感器技术是两种具有代表性的被动监测方法。吸附管采样操作简便,成本相对较低,适用于需要长期监测的场合。传感器技术通过使用对特定 VOCs 选择性较强的传感器,实时监测 VOCs 的浓度,其便携性和实时性得到了显著提升,使其在一些特定监测需求下表现优异。

然而,被动监测方法也存在一些局限性。吸附管采样对气象条件的敏感性可能影响监测结果的精准性,而传感器技术的选择性和准确性仍需要不断提高。在选择监测技术时,需要根据监测任务的具体要求、经费限制以及操作条件等多方面因素进行权衡,以选择合适的监测方法。未来,随着监测技术的不断发展和完善,我们可以期待更加先进、便捷、准确的 VOCs 监测手段的涌现,以更好地服务于大气环境的监测与治理。

## 4 VOCs 的治理方法

### 4.1 源头治理措施

源头治理是 VOCs 治理的首要环节,其目的是从 VOCs 的产生源头入手,通过技术手段和管理措施减少或避免 VOCs 的释放。在工业生产中,采用低挥发性有机物替代高挥发性有机物是一项有效的源头治理措施。通过技术研发和产业升级,推动工业过程中使用更环保的替代品,可以显著减少 VOCs 的排放。加强工业生产过程的封闭化和自动化,优化生产工艺,也能有效降低 VOCs 的释放。除了工业领域,源头治理在交通、家居等领域同样具有重要意义。在交通领域,推广清洁能源车辆,优化燃油配方,控制机动车尾气中 VOCs 的排放是关键手段。而在家居环境,选择低挥发性有机溶剂、环保建材,减少室内装修和家居用品中挥发性有机物的使用,也是源头治理的有效途径<sup>[3]</sup>。

### 4.2 污染控制与修复技术

在已经排放的 VOCs 方面,污染控制与修复技术成为治理的重要手段。对于工业排放源,采用尾气处理设施、

VOCs回收设备等污染控制技术,可以有效防止VOCs进入大气。对于土壤和水体中的VOCs,采用生物修复、化学修复等技术可以将其分解或转化为无害物质,减轻对环境的危害。在大气中,通过建设VOCs监测网络,实施联防联控,可以对VOCs的排放进行动态监控,及时采取措施进行污染控制。使用先进的气象条件下的大气扩散模型,可以预测VOCs的传播和分布情况,有助于有针对性地制定治理策略。

针对工业废气中的VOCs,技术手段包括催化氧化、吸附分离、膜分离等,这些方法可以有效去除废气中的VOCs。在水体和土壤的治理中,生物修复是一种环保、可持续的方法,通过引入特定微生物,使其对VOCs进行降解,达到净化环境的目的。化学修复技术则采用吸附剂、氧化剂等物质,将VOCs转化为无害或低毒的物质。

### 4.3 法规与政策的作用

法规与政策的制定和执行是VOCs治理不可或缺的一环。国家和地方层面的环保法律法规对VOCs的排放和治理进行了规范,明确了各类企业应当采取的防治措施和责任。政府通过行政手段,制定并执行一系列环保政策,对VOCs的排放、治理、监测等方面提出了明确的要求。经济手段也是法规与政策的一部分,通过税收政策、排污权交易市场等方式,鼓励企业主动采取措施减少VOCs的排放。政府还可以通过资金支持、奖励机制等手段,引导企业投资于清洁生产、技术升级等方面,推动VOCs的治理工作。

## 5 大气环境中VOCs监测的重要性

### 5.1 对环境质量的影响

VOCs作为大气环境中的主要污染物之一,其浓度的变化直接关系到环境质量的好坏。通过对VOCs的监测,可以全面了解大气中各类挥发性有机化合物的排放水平和分布特征。这不仅有助于评估空气质量,还能够及时发现和解决潜在的环境问题。监测VOCs有助于识别源头,准确定位不同污染源的排放情况。工业废气、交通尾气、家居装修等都可能成为VOCs的重要来源。

通过监测,可以追踪不同区域和行业的VOCs排放情况,为环保部门和企业提供科学的数据支持,制定更有针对性的污染防治策略。VOCs监测还有助于研究大气中不同VOCs的相互作用和转化关系。VOCs在大气中会发生一系列的化学反应,生成二次污染物,如臭氧和细颗粒物。这些反应不仅会加剧空气污染,还可能对生态环境造成不良影响。因此,通过监测VOCs,可以深入了解大气中复杂的化学反应过程,为进一步改善空气质量提供科学依据。

### 5.2 人体健康风险评估

VOCs作为空气污染物,其对人体健康的潜在危害不可忽视。通过VOCs的监测,可以评估人体的暴露水平,分析患病风险,为相关健康保护措施提供科学依据。挥发性有机

物中的一些成分,如苯、甲醛等,被认为是潜在的致癌物质,通过监测这些物质的浓度,可以评估周围居民、工作人员等人群的长期暴露水平,进而估算患癌风险。一些VOCs还与呼吸系统疾病、神经系统疾病等健康问题有关。通过定期监测,可以及早发现环境中VOCs浓度的异常变化,采取相应的健康干预措施,降低人体暴露风险。

不同人群对VOCs的敏感性存在差异,包括老年人、儿童、患有呼吸系统疾病的人等。因此,通过对VOCs的监测,可以更好地了解不同人群的健康状况,为特定人群的防护提供有针对性的建议。

### 5.3 监测数据在决策制定中的应用

监测数据在决策制定中的应用,尤其是VOCs监测数据在环境决策制定中扮演着至关重要的角色。这些数据不仅仅是制定和调整环保政策的关键依据,更为政府和相关部门提供了科学的决策支持,从而确保环保措施的科学性和可行性。通过对VOCs的长期监测,可以建立详尽的污染物排放清单,准确描绘不同行业、不同区域的排放水平,为环保部门提供了基础数据,使其能够实施有针对性的重点监管和差别化治理。

监测数据的应用还延伸至环境质量状况的评估。通过分析监测数据,可以及时发现环境问题,为制定合理的污染防治措施提供有力支持。监测数据的及时性和全面性使得环保部门能够更有效地应对环境挑战,确保环境质量的稳步提升。在治理措施实施后,监测数据成为评估治理效果的重要工具。通过比对治理前后的监测数据,政府和企业可以直观地了解治理效果,为评估投入产出比、调整治理策略提供科学依据。这种基于数据的评估机制有助于优化治理方案,提高资源利用效率,进一步推动环境治理工作的可持续发展。

## 6 结语

VOCs的来源与危害的深入研究为制定科学有效的监测与治理策略提供了基础。主动监测和被动监测方法的综合应用,以及治理方法的全面展示,有助于更全面地认识和解决VOCs污染问题。源头治理、污染控制与修复技术的结合展现了治理的多层次和多方面性。法规与政策在推动企业自律和促使政府及时干预方面具有不可替代的作用。最终,通过大气环境中VOCs监测的重要性的分析,论文呼吁各方共同努力,加强监测工作,为构建清洁、健康的大气环境贡献力量。

### 参考文献

- [1] 王春佳.大气环境监测治理探索[J].能源与节能,2022(2):190-191.
- [2] 吴慧忠.环境监测在大气环境污染治理中的作用及措施[J].资源节约与环保,2022(11):41-44.
- [3] 胡丹丹.大气VOCs监测及处理技术探讨[J].资源节约与环保,2023(9):76-79.