

土壤环境中半挥发性有机物检测方法实践研究

马彦波 姚山瑞 梁家乐 华勤磊
浙江清盛检测技术有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 本研究通过选取城市和农村两个不同类型的土壤环境作为研究对象, 采用了随机抽样法进行采样, 并利用超声波辅助提取法和气相色谱-质谱联用技术对土壤中的半挥发性有机物进行了检测和分析。研究结果显示, 城市土壤中的半挥发性有机物含量高于农村土壤, 且不同地点的土壤样品中半挥发性有机物的种类和含量也存在差异。这些结果对于深入了解土壤环境中半挥发性有机物的分布特征、评估土壤环境质量具有重要意义。同时, 本研究也为今后进一步研究不同类型土壤中半挥发性有机物的具体分布特征提供了参考。

关键词: 土壤环境; 半挥发性有机物; 检测方法; 实践研究

引言: 随着工业化和城市化的发展, 土壤环境中有机污染物的污染问题越来越受到关注。其中, 半挥发性有机物是一种常见的有机污染物, 具有广泛的来源和较大的生物毒性。因此, 对土壤环境中半挥发性有机物进行有效的检测和分析具有重要意义。本文将通过选取城市和农村两个不同类型的土壤环境作为研究对象, 利用超声波辅助提取法和气相色谱-质谱联用技术对土壤中的半挥发性有机物进行检测和分析, 以期为保护土壤环境、保障生态安全提供科学依据。

1 土壤环境中半挥发性有机物概述

半挥发性有机物 (Semi-Volatile Organic Compounds, 简称SVOCs) 是一类在土壤环境中广泛存在的有机污染物, 其分子量介于挥发性有机物和难挥发性有机物之间, 具有一定的挥发性, 但又不易完全挥发。这类物质在土壤中的分布、迁移和转化过程对土壤环境和生态系统健康具有重要影响。半挥发性有机物的来源主要包括自然来源和人为来源。自然来源主要是植物代谢产物、微生物活动产生的有机物以及土壤中固有的有机物。人为来源主要是农业活动、工业生产、城市生活等过程中排放的废水、废气和固体废物。这些污染物通过大气沉降、地表径流、土壤侵蚀等途径进入土壤环境, 导致土壤污染。半挥发性有机物在土壤环境中的行为受到多种因素的影响, 如土壤类型、土壤质地、土壤湿度、土壤温度、土壤酸碱度等。这些因素会影响半挥发性有机物在土壤中的吸附、解吸、降解和迁移过程。此外, 半挥发性有机物还可能与土壤中的其他物质发生化学反应, 生成新的化合物, 从而影响其在土壤环境中的特性。半挥发性有机物对土壤环境和生态系统的影响主要表现在以下几个方面: (1) 对土壤生物的影响: 半挥发性有机物可能对土壤微生物的生长和繁殖产生抑制作用, 影响

土壤生物多样性和生态功能。(2) 对植物生长的影响: 半挥发性有机物可能通过根系吸收进入植物体内, 影响植物的生长和发育, 降低农作物产量和品质。(3) 对人体健康的影响: 半挥发性有机物可能通过食物链进入人体, 对人体健康产生潜在危害。

2 土壤环境中半挥发性有机物检测方法

2.1 气相色谱法

气相色谱法是一种广泛应用于有机物分析的科学方法, 它的主要原理是通过将样品中的有机物分离, 然后测定其含量。这种方法具有高分辨率、高灵敏度和高准确性等优点, 因此在环境科学、化学、生物医学等领域得到了广泛的应用。对于半挥发性有机化合物 (SVOCs) 的检测, 通常采用顶空采样法或直接提取法进行样品处理。顶空采样法是一种简单而有效的样品处理方法, 它将样品置于密闭容器中, 通过加热使SVOCs从土壤中挥发出来, 然后通过气相色谱仪进行分析。这种方法的优点是操作简单, 不需要复杂的设备, 而且可以有效地避免样品在处理过程中的损失。直接提取法则是将土壤样品与有机溶剂混合, 使SVOCs溶解在溶剂中, 然后用气相色谱仪进行分析。这种方法的优点是得到较高的回收率, 而且可以处理大量的样品。然而, 这种方法的缺点是需要使用有机溶剂, 可能会对环境和操作人员的健康造成影响。无论是顶空采样法还是直接提取法, 都需要通过气相色谱仪进行分析。气相色谱仪是一种利用不同物质在固定相和流动相之间的分配差异进行分离的仪器。它的工作原理是: 首先, 将样品引入到填充有固定相的色谱柱中, 然后通过加热使样品中的有机物蒸发并进入流动相; 接着, 流动相带着样品通过色谱柱, 由于不同物质在固定相和流动相之间的分配系数不同, 因此它们在色谱柱中的移动速度也不同,

从而实现了分离；最后，通过检测器检测并记录各个组分的信号强度，从而得到样品中各有机物的含量^[2]。

2.2 高效液相色谱法

高效液相色谱法（High Performance Liquid Chromatography，简称HPLC）是一种广泛应用于化学、生物、医药等领域的分离分析技术。它通过利用不同物质在固定相和流动相之间的分配差异来实现对复杂样品中各组分的有效分离。这种方法具有分离效果好、灵敏度高、速度快等优点，因此在环境监测、食品安全、药物分析等领域得到了广泛应用。对于持久性有机污染物（SVOCs）的检测，通常采用固相萃取法或超临界流体萃取法进行样品处理。这两种方法都是基于吸附原理，通过将SVOCs从土壤样品中提取出来，以便后续的高效液相色谱分析。固相萃取法是一种常用的样品处理方法，其基本原理是将土壤样品与固相萃取剂混合，使SVOCs吸附在固相萃取剂上。固相萃取剂通常是一种具有较大比表面积的固体材料，如硅胶、氧化铝等。在混合过程中，SVOCs会与固相萃取剂发生物理吸附或化学吸附作用，从而实现对SVOCs的富集。接下来，用洗脱剂将SVOCs从固相萃取剂上洗脱下来。洗脱剂的选择需要根据SVOCs的性质和固相萃取剂的特性来确定，以保证SVOCs能够充分地从固相萃取剂上解吸下来。最后，用高效液相色谱仪进行分析。高效液相色谱仪可以对洗脱液中的SVOCs进行定量和定性分析，从而得到土壤样品中SVOCs的含量和种类信息。超临界流体萃取法则是另一种常用的样品处理方法，其基本原理是利用超临界二氧化碳作为萃取剂，将SVOCs从土壤样品中萃取出来。超临界二氧化碳是一种既不是气体也不是液体的物质，它具有介于两者之间的性质，如低粘度、高扩散性和高溶解性等。在超临界流体萃取过程中，超临界二氧化碳可以渗透到土壤样品的微孔结构中，与SVOCs发生相互作用，从而实现对SVOCs的萃取。由于超临界二氧化碳对SVOCs具有较高的选择性和较低的残留量，因此这种方法在环境监测领域得到了广泛应用。萃取完成后，用高效液相色谱仪对萃取液进行分析，以获取土壤样品中SVOCs的含量和种类信息。

2.3 气相色谱-质谱法

气相色谱-质谱法（Gas Chromatography-Mass Spectrometry，GC-MS）是一种广泛应用于环境科学、化学和生物医学等领域的高效、准确的有机污染物分析方法。它特别适用于检测土壤中的各种有机污染物，如多环芳烃、挥发性有机物、农药残留物等。这种方法在环境监测、食品安全和公共卫生等方面具有重要的应用

价值。气相色谱-质谱法的分析过程主要包括以下几个步骤：（1）样品预处理：首先需要对土壤样品进行适当的预处理，以去除杂质和水分。预处理方法包括研磨、干燥、筛分等。此外，还需要将土壤样品中的SVOCs（半挥发性有机污染物）提取出来，以便进行后续的分析测定。（2）气相色谱分离：提取出的SVOCs通过气相色谱仪进行分析。气相色谱仪利用不同物质在固定相和流动相之间的分配差异，实现对复杂混合物的分离。在这个过程中，样品被加热并转化为气体，然后通过色谱柱进行分离。（3）质谱检测：分离后的化合物进入质谱仪进行检测。质谱仪通过对化合物的质量/电荷比进行精确测量，实现对化合物的鉴定和定量分析。质谱仪具有高灵敏度、高准确度和高分辨率等优点，是气相色谱-质谱法的核心部分。（4）结果解析：根据质谱检测到的信号，结合数据库和标准物质进行对比分析，确定土壤样品中有机污染物的种类和浓度。气相色谱-质谱法具有以下优点：（1）灵敏度高：气相色谱-质谱法可以检测到非常低浓度的有机污染物，对于环境监测和食品安全等领域具有重要意义。（2）准确度高：由于采用了先进的分离和检测技术，气相色谱-质谱法的分析结果具有较高的准确度和可靠性。（3）分析速度快：气相色谱-质谱法的分析周期相对较短，可以满足快速检测的需求。（4）可定性和定量分析：气相色谱-质谱法不仅可以对有机污染物进行定性分析，还可以实现定量分析，为环境风险评估和污染治理提供有力支持^[3]。

2.4 液相色谱-质谱法

液相色谱-质谱法（Liquid Chromatography-Mass Spectrometry，简称LC液相色谱-质谱法（Liquid Chromatography-Mass Spectrometry，简称LC-MS）是一种广泛应用于环境科学、化学和生物医学等领域的高效、准确的有机污染物分析方法。它主要适用于检测土壤中的各种有机污染物，如农药残留、工业化学品、石油烃类等。这种方法通过将土壤样品中的SVOCs提取出来，然后利用液相色谱-质谱仪进行分析测定，从而确定土壤中有有机污染物的种类和浓度。液相色谱-质谱法具有以下优点：（1）灵敏度高：LC-MS能够检测到非常低浓度的有机污染物，对于环境监测和食品安全等领域具有重要意义。（2）准确度高：LC-MS的分析结果具有较高的准确度，可以有效地避免误差和偏差，为科学研究和实际应用提供可靠的数据支持。

3 土壤环境中半挥发性有机物检测实践研究

3.1 研究区域和采样方法：

本研究选取了城市和农村两个不同类型的土壤环境

作为研究对象，以探讨半挥发性有机物在土壤中的分布特征。采样方法采用随机抽样法，每个研究区域分别采集了5个不同地点的土壤样品，共计10个样品。采样深度为0-20cm，以保证样品的代表性。

3.2 样品的前处理方法：

首先，将采集到的土壤样品进行破碎和过筛处理，以去除杂质和大颗粒物质。然后，将处理好的土壤样品进行干燥、称量和装瓶保存。接下来，采用超声波辅助提取法对土壤样品中的半挥发性有机物进行提取。具体操作步骤如下：将土壤样品与适量的提取溶剂（如甲醇或乙腈）混合，置于超声波清洗器中进行超声处理，以提高提取效率。最后，将提取液进行浓缩后，得到半挥发性有机物提取物。

3.3 实际样品的检测和分析：

采用气相色谱-质谱联用技术（GC-MS）对提取得到的半挥发性有机物提取物进行检测和分析。首先，将提取物溶解于适量的溶剂中，通过气相色谱柱进行分离。然后，利用质谱仪对分离后的化合物进行定性和定量分析。通过对比标准物质的保留时间和质谱图，确定土壤样品中的半挥发性有机物种类和含量。

3.4 结果与讨论：

通过对两个研究区域的土壤样品进行检测和分析，共鉴定出多种半挥发性有机物，包括酚类、有机酸类、脂肪族化合物等。结果显示，城市土壤中的半挥发性

有机物含量普遍高于农村土壤，这可能与城市环境污染程度较高有关。此外，不同地点的土壤样品中半挥发性有机物的种类和含量也存在一定差异，这可能与土壤类型、土壤质地、气候条件等因素有关。

结束语

通过对城市和农村两个不同类型的土壤环境进行半挥发性有机物的检测实践研究，我们发现，土壤中的这类有机物不仅受到环境因素的影响，也受到人类活动的影响。我们的研究提供了有效的检测方法，可以对土壤中的半挥发性有机物进行准确的定性和定量分析，对于理解土壤环境质量，评估土壤污染程度具有重要的意义。然而，本研究仍存在一定的局限性，例如对于不同类型土壤中半挥发性有机物的具体分布特征还需进一步深入研究。在未来的研究中，我们将继续关注这一问题，以为保护土壤环境、保障生态安全提供更多科学依据。

参考文献

- [1]周峥惠, 吴佳, 顾桔.土壤中VOCs前处理方法的比较研究[J].环境与发展, 2019, 31(9): 72-73.
- [2]李兵兵.土壤中半挥发性有机物前处理方法探讨[J].全面腐蚀控制, 2020(01): 55-56+126.
- [3]张大为, 顾骏, 付晓青, 丁安帮.土壤中半挥发性有机物(SVOCs)不同提取方法比较研究[J].广州化工, 2018, 46(03): 88-91.