

# 大气沉降中微塑料污染物的采集与检测流程分析

郝文强<sup>1</sup> 李燕妮<sup>2</sup>

1.内蒙古众元测试技术有限公司 内蒙古 010000

2.内蒙古新创环境科技有限公司 内蒙古 010062

**【摘要】**：大气沉降过程中微塑料污染日益严重，尤其在空气质量监测中，微塑料的检测显得尤为重要。为有效检测这些污染物，需发展科学合理的采集与检测技术。研究中分析了微塑料在大气沉降中的主要来源及其分布特点，探讨了不同采集方法的优缺点，如沉降瓶法和滤膜法。结合实验数据，评估了现有检测技术的准确性与局限性，提出了优化方案，并展望了未来的技术发展趋势。此研究为微塑料污染物的环境监测提供了切实可行的技术支持。

**【关键词】**：大气沉降；微塑料；污染物检测；采集方法；环境监测

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.046

## 引言

全球塑料污染问题的不断加剧，微塑料成为了一个亟待解决的环境问题。微塑料不仅广泛存在于水体和土壤中，且其在大气中的沉降也越来越引起研究人员的关注。大气中的微塑料污染会影响空气质量、植物健康，甚至通过食物链进入人体，带来潜在风险。为了有效监测微塑料污染，精准的采集和检测方法显得尤为重要。目前，在大气沉降过程中微塑料的采集技术和检测流程依然面临一定的挑战。研究中，结合现有的技术手段，分析了不同采集方式的适用性，并探讨了检测流程中的关键步骤。通过改进现有方法，能够提高微塑料监测的准确性，助力环境污染防控工作。

## 1 微塑料的沉降特性与污染问题

微塑料的来源主要与人类活动息息相关，包括塑料废弃物的降解、工农业生产中的废弃物排放以及日常生活中塑料制品的使用。塑料垃圾在海洋、陆地以及大气中分解后，形成微小的颗粒，这些微塑料随着风力、气流传播，最终沉降到地面。微塑料的分布具有广泛性，尤其在城市区域和工业集中地，沉降浓度较高。这些颗粒的大小通常在5毫米以下，但其种类繁多，来源复杂，包含了多种合成聚合物，如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等。

在大气中的微塑料污染特征表现为它们通过气流传播的特性，使得这些颗粒在短时间内覆盖大面积地区。微塑料不仅仅存在于城市空气中，研究表明，甚至在偏远的自然保护区和深山老林也能检测到它们的踪迹。微塑料颗粒可以通过空气中的浮尘、霜露或降水直接沉降到地面，它们的大小决定了其沉降速度，大颗粒沉降较快，小颗粒则可能在空气中悬浮较长时间，随着气流进一步扩散。

微塑料沉降对环境造成了显著的负面影响。随着这些颗粒

的积累，它们不仅会污染土壤和水源，还可能影响植物的生长与生态系统的平衡。微塑料被植物吸收后，可能通过食物链传递给动物和人类，带来潜在的生态和健康风险。空气中的微塑料也可能被吸入肺部，进一步危害生物健康。微塑料的物理性质和化学成分可能对环境中的有机物质和土壤质量造成不利影响，改变土壤的水分保持能力和营养成分，进而影响农业生产和生态环境的可持续性。

## 2 微塑料污染物采集方法

沉降瓶法作为一种常见的微塑料污染物采集方法，在环境监测中广泛应用。该方法主要依靠重力作用收集大气沉降中的微塑料，通过设定在地面上的开放式瓶口进行收集。这种方法操作简便，设备成本低，适用于大范围的初步监测。沉降瓶法存在一定的局限性，特别是在收集微小颗粒物时，瓶口的尺寸限制了其对不同大小微塑料的采集能力。微塑料颗粒中有相当一部分尺寸较小，这些颗粒由于较轻，可能无法有效沉降至瓶口区域，导致采集样本不完全。沉降瓶法无法精确捕捉微塑料颗粒的种类和浓度，且在强风或大气流动性较强的地区，收集结果的代表性和准确性也可能受到影响。

滤膜法是一种相对精确的微塑料采集方法，常用于空气、降水及水体样本的过滤。通过在一定体积的空气或水样本中使用特定孔径的滤膜，能够高效地筛选出微塑料颗粒。这种方法的优势在于可以高效地分离并定量分析微塑料颗粒，具有较高的灵敏度，尤其适用于检测较小尺寸的颗粒。滤膜法还可与其他检测技术结合，如红外光谱分析或显微镜观察，进一步识别微塑料的类型和化学成分。滤膜法也面临一些挑战。滤膜孔径的选择对采集效率有重要影响，不同孔径的滤膜可能导致对微塑料颗粒的捕获能力存在差异。在采集过程中，滤膜容易堵塞，需定期清洁或更换，增加了操作复杂性和成本。

在微塑料污染物的采集技术中,还有一些其他方法具有各自的特点。沉降桶法通过设置不同高度的接收装置,捕捉不同风速和气流下的微塑料颗粒。这种方法能够较为全面地收集各种尺寸的微塑料,但其设计复杂,收集的样本处理较为麻烦。空气取样法则通过使用高效过滤器直接从空气中采集微塑料颗粒,适用于高流量的空气样本采集。该方法可能因过滤器的限制而忽略一些微小颗粒的存在。尽管各种采集方法各有优劣,但在微塑料污染物监测中,通常需要多种方法结合使用,以确保样本的代表性和采集结果的准确性。

### 3 微塑料检测技术与流程优化

微塑料的检测技术已经逐渐成为环境监测中的重要组成部分。目前常用的检测技术包括显微镜分析、傅里叶变换红外光谱(FTIR)、拉曼光谱和气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)。显微镜分析能够直观地观察和计数微塑料颗粒,适合用于大体积样本的初步筛选。傅里叶变换红外光谱和拉曼光谱可以对微塑料颗粒进行精确的化学成分分析,尤其适用于识别塑料类型和分子结构。气相色谱-质谱联用技术则用于分析微塑料中的有机添加剂和塑化剂,为更深入的污染源追溯提供数据支持。这些技术的普遍局限在于检测过程中的高成本、操作复杂性以及对颗粒尺寸的敏感性,尤其是在处理含有复杂背景物质的样本时,容易受到干扰,影响检测结果的准确性。

为了提高微塑料检测的效率和准确性,优化检测流程成为一个重要方向。优化策略包括简化样品前处理过程,减少对样品的损失和污染,提高数据的可靠性。采用自动化采样和预处理系统,能够减少人为误差,提高处理速度。结合多种检测技术的优势,例如结合红外光谱与显微镜观察,不仅能够精确识

别微塑料的种类,还能量化其数量和分布,进而增强数据的全面性。在样品处理过程中,强化微塑料的预浓缩和分离技术,有助于提高检测灵敏度。为了减少复杂背景物质的干扰,新的样品净化方法也在不断探索,以确保检测结果的高效性和高精度。

未来,微塑料检测技术的发展将朝着更加高效、精确和成本低廉的方向迈进。随着纳米技术的发展,新的检测方法可能会在灵敏度和精确度上突破现有技术的局限。基于纳米传感器的微塑料检测技术,能够在极低浓度的情况下检测微塑料颗粒,且响应速度快,具有潜在的现场实时监测能力。通过集成传感器技术与物联网(IoT),未来可能实现对空气、水体和土壤中微塑料的连续监测,提升数据采集和分析的实时性和智能化水平。人工智能与机器学习在微塑料数据处理中的应用,能够帮助快速分析和分类微塑料颗粒,实现自动化识别、定量和预测模型的建立,这将大大提升微塑料监测的效率和精度。随着技术的不断进步,未来的微塑料检测系统不仅能够提供更精确的污染数据,还将促进更大范围的环境监测工作,为污染控制和政策制定提供有力支持。

### 4 结语

微塑料污染已成为环境保护领域的重要课题,大气沉降中的微塑料污染物采集与检测技术是解决该问题的关键。现有采集与检测方法虽取得一定进展,但仍面临技术精度和应用范围的局限。优化检测流程、结合多种技术的优势,并探索新型检测方法,是提高监测精度与效率的有效途径。未来,随着技术的持续创新,微塑料监测将更加智能化、精准化,为环境治理和政策制定提供坚实的技术支持。

### 参考文献:

- [1] 梁旭军,任玉静,丁玲,仇欣然,郭学涛,祝凌燕.微塑料的检测方法、污染特征、环境行为及生态风险[J].化学进展,2025,37(1):16-31.
- [2] 苑春莉,李秀芹,鲁长昊,付明明,樊春艳.大气中微塑料的采集和检测方法研究进展[J].环境保护科学,2024,50(2):17-22.
- [3] 李颖泉,杨婉婷,段凯祥,赵保卫.大气微塑料的来源及采样分析方法研究[J].环境科学与管理,2025,50(9):119-124.