

大气微塑料研究进展

蔡露瑶

哈尔滨师范大学, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2022年9月5日; 录用日期: 2022年10月3日; 发布日期: 2022年10月10日

摘要

近年来, 微塑料成为全球关注的一个新兴问题, 在各项研究中, 学者对于水体、沉积物、生物体中的微塑料进行深刻探讨, 但对大气微塑料的研究较少。本文概述了大气微塑料的来源与沉积, 综述了大气微塑料的采集方法, 大气微塑料的检测方法包括物理性质和化学性质检测, 介绍了大气微塑料对人类的健康风险以及防控, 旨在促进大气微塑料的研究与治理, 为环境保护提供参考。

关键词

大气微塑料, 检测方法, 人类健康风险

Research Progress of Atmospheric Microplastics

Luyao Cai

Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Sep. 5th, 2022; accepted: Oct. 3rd, 2022; published: Oct. 10th, 2022

Abstract

In recent years, microplastics have become an emerging issue of global concern. In various studies, scholars have conducted in-depth discussion on microplastics in water, sediment and living organisms, but the research on atmospheric microplastics is less. In this paper, the air source and sedimentary micro plastic, and summarizes the acquisition method of micro plastic atmosphere, atmosphere of micro plastic detection methods including physical properties and chemical properties, this paper introduces the micro plastic risks for human health and prevention and control atmosphere, to promote the atmosphere of micro plastic research and management, provide reference for environmental protection.

Keywords

Atmospheric Microplastics, Detection Method, Human Health Risk

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

塑料的大量使用不仅导致了环境污染,而且对陆地和海洋生态也可能产生不可逆的影响。颗粒尺寸从 1 μm 到 5 mm 的塑料碎片被归类为微塑料。微塑料的破碎可以进一步生产尺寸小于 1 μm 的纳米塑料。这些微塑料(如纤维、碎片和薄膜)已经在空气、地下水、地表水沉积物和有机体中被广泛检测到。在国内外微塑料研究中,大量学者对于水体、沉积物、生物体中的微塑料及其对生物的毒理学效应进行了深刻探讨。然而,现在对于大气微塑料的研究较少。有国内学者发现空气中的微塑料通常密度较低,来源于塑料产品或废物(如衣服、家具、汽车轮胎和玩具)的破碎或降解。也有国外学者在偏远地区检测到了气载微塑料,例如法国比利牛斯山脉、北大西洋的海洋大气和美国西部国家公园。本文以“大气微塑料”为主题词,检索中外文献综述了大气微塑料的来源沉积、采集检测方法、健康风险以及如何防控。

2. 大气微塑料的来源与沉积

2.1. 大气微塑料的来源

大气微塑料的来源十分复杂多样,合成纺织品是大气微塑料的重要来源[1],在衣服穿着的时候也可能将其中的小纤维释放到大气中,一些软家具例如地毯、窗帘等在使用过程中,也可能将其中的纤维释放到大气中[2]。除此之外,纤维状的大气微塑料可能会经历光氧化降解、风切变或磨损,最终变成细小颗粒状的大气微塑料。大气微塑料的来源也可能是涂层材料,比如,树脂经过长期的紫外线照射和物理磨损,会产生碎片状的微塑料进入大气中。此外,地膜、垃圾焚烧和填埋、污水污泥以及园艺土壤中的合成颗粒都可能是大气微塑料的潜在来源。灰尘可能重新悬浮进入大气中,因此,灰尘可以作为大气微塑料的次要来源。

2.2. 大气微塑料的沉积

大气是微塑料远距离运输的重要载体,而大气的干湿沉降是增加一个地区微塑料的重要途径。微塑料可以通过大气运输到很远的地方,并且沉降到地面上。有学者通过分析偏远地区大气微塑料的来源和运输,污染浓度梯度、风速、风向、温度和湿度等因素都会影响大气微塑料的分散和沉积。例如,上海大气微塑料的丰度随着距离海岸线的减小而减少,是因为海洋空气的稀释作用和人类活动的减少[3]。由于稀释作用,室内环境中的微塑料丰度远高于室外环境中微塑料的丰度。此外,降水在大气微塑料的沉积过程中也起着重要作用。有研究发现,在巴黎的大气总沉降物中,干燥天气期间,微塑料丰度较低;降水天气期间,微塑料丰度较高。除此之外,降雨和降雪也可能是影响大气微塑料沉积的驱动因素。

3. 大气微塑料的采集与检测方法

3.1. 大气微塑料的采集

由于对大气微塑料的研究相对较少,大气中微塑料的采集方法也多为探索性研究,不同类型环境介

质中的微塑料采用不同的方法收集。周倩等设计的大气被动采样器主要由三部分组成，总体高约 1 m，顶部是一个直径约 11 cm 的收集柱，主要用来收集大气沉降物。中间是一个承接管，通过承接管将收集到的东西运输到底部的收集瓶中，对于收集大气沉积物具有良好效果。为了分析悬浮大气微塑料，一般采用悬浮颗粒物采样器采集。大气总沉降物(包括干湿沉降物)使用被动采样器收集，其中，玻璃瓶是最常见的被动采样器，采集大气沉降物一般按照每月或者每季度。收集室内大气沉降物(一般是粉尘沉降物)使用的是双面胶垫作为被动采样器。粉尘样品一般使用吸尘器、猪毛刷[4]或者木刷收集，样品收集后将其转入低密度聚乙烯袋或纸袋中保存。为了防止交叉污染产生误差，事先将收集样品的刷子用过滤后蒸馏水或者乙醇清洗。

3.2. 大气微塑料的检测方法

通过主动收集和被动收集得到的大气微塑料需要进行定量定性分析来确定大气微塑料的各项性质。目前大气微塑料的检测方法有物理性质检测和化学性质检测两种。

3.2.1. 物理性质检测

检测大气微塑料的物理性质一般有两种方法：目视法和显微镜法。目视法是最基础简单的方法[5]，但它的局限性很强，仅限于检测肉眼可见的微塑料，并且是在没有外界因素干扰的情况下。其他肉眼无法观察到的微塑料，一般采用的是显微镜观察法[6]，在显微镜下观察和计数。体式显微镜是检测大气微塑料最常用的，数字显微镜和荧光显微镜也可以对大气微塑料进行观察，但是，荧光显微镜无法进行计数。Hartmann 等人提出用于识别大气微塑料的标准如下：1) 纤维状微塑料，整个长度应该是一样厚度的，不应该是完全直的。不管是细胞结构还是有机结构都不属于纤维状微塑料。2) 平的还有薄的碎片状微塑料被归类为薄膜状微塑料。3) 球形的微塑料被认定为球形。4) 难以被定义形状的微塑料称作片状微塑料。在使用显微镜进行室内样品计数时，为保证操作的准确性，应该从滤光片上的一个随机视场开始。再观察完一个视场后，通过旋转显微镜上的准焦螺旋从一个视场移动到下一个视场，以避免重复计数。在我们移动到下一个视场前，将视场图像上所有微塑料(数量、形状、颜色)记录下来，最后将所有视场的数据加在一起。

3.2.2. 化学性质检测

在探寻大气微塑料的化学性质中，傅里叶红外光谱是被广泛应用的一种方法[7]。FTIR 也是一种检测微塑料化学性质的方法，但它被用于其他介质中(土壤、水等)，没有被用于大气微塑料。这可能是因为 FTIR 的灵敏度低于傅里叶红外光谱。拉曼光谱也被用于检测大气微塑料中的聚合物组成。高光谱成像技术可以快速的检测水和土壤中微塑料聚合物成分，但能否用于大气微塑料还有待于进一步研究。

3.2.3. 质量控制与质量保证

为了得到可使用的大气微塑料样品，在采集样品、实验前预处理、仪器观察和分析的过程中保证其他塑料制品的污染。在整个实验过程中，尽量穿棉质实验服，避免使用其他塑料制品。所有实验过程中使用的玻璃器皿都应该提前清洗并加热，石英过滤器和玻璃纤维过滤器在使用前应在 500℃加热，避免实验误差。采样后，应保证实验台洁净，所有门窗关闭。此外，为了保证数据的准确性，Dris 等人将收集的样品交给三个人进行统计，得到的结果差异小于 5% [3]。Abbasi 等人将收集到的大气微塑料样品进行两次计数取平均值。

4. 大气微塑料的健康风险与防控

4.1. 大气微塑料的健康风险

悬浮在空气中的大气微塑料可以通过吸入进入人体呼吸系统。K. Liu 等人研究发现，假设成人平均

消耗空气量为 15 m³/d, 那么上海居民吸入大气微塑料为 21 微粒/d [8]。值得关注的是, 不是所有的大气微塑料都能到达并且沉积在肺部。比如, 长径比大于三比一的纤维状微塑料可能会被粘液纤毛清除最终留在呼吸道上。通过计算潜在生态危害指数, 发现悬浮大气中的微塑料对上海区域的危害较小。L. Chen 等人研究发现, 人类摄入有害污染物的途径还可能是通过摄入灰尘, 尤其是婴幼儿等敏感脆弱人群[9]。根据以往的研究表明, 人类可能通过吸入粉尘摄入重金属和其他有毒污染物。

4.2. 大气微塑料的防控

为了减少微塑料的影响, 需要一些从源头控制与末端治理相结合的有效措施: 1) 我们应该从源头上减少对于微塑料的制造与使用。目前一些国家已经颁布法规明令禁止制造商不得生产任何含有塑料微珠这种微塑料添加剂的化妆品; 政府也应该加强对塑料生产企业及销售市场的监管, 提高塑料产品质量, 只有保证质量, 才能实现有效回收, 提高塑料回收率。2) 加强对大气微塑料污染监测技术的研发, 尤其是对红外线遥感观测技术的研究和开发[10]。3) 应该加强学校教育宣传, 从学生做起, 提高人们的环保意识。在日常生活中减少对塑料垃圾的使用和排放, 比如减少塑料袋的使用, 自己随身携带环保袋; 减少塑料吸管的使用, 多使用纸质吸管。

5. 结论与展望

本文从大气微塑料的潜在来源、采集方法、物理化学性质检测方法以及对人类的健康风险方面进行了系统的综述。大气微塑料来源十分复杂多样, 合成纺织品是其重要来源。大气微塑料一般通过主动和被动采集, 检测方法有目视法、显微镜法、傅里叶红外光谱、拉曼光谱等。虽然大气微塑料对人体健康的影响还未全部了解, 但它的负面影响是毋庸置疑的。

目前对大气微塑料的研究主要集中在对物理化学性质的表征, 研究区多为小尺度区域, 加上还未建立成熟的采样、预处理及表征的规范, 虽然我们现在对大气微塑料已经有了一个基本认识, 但仍有很多问题有待解决。

参考文献

- [1] 罗犀, 张玉兰, 康世昌, 高坛光. 大气微塑料研究进展[J]. 自然杂志, 2021, 43(4): 274-286.
- [2] Pico, Y., Alfarhan, A. and Barcelo, D. (2019) Nano- and Microplastic Analysis: Focus on Their Occurrence in Freshwater Ecosystems and Remediation Technologies. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, **113**, 409-425. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.022>
- [3] Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V. and Tassin, B. (2017) A First Overview of Textile Fibers, Including Microplastics, in Indoor and Outdoor Environments. *Environmental Pollution*, **221**, 453-458. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>
- [4] Liu, C., Li, J., Zhang, Y., Wang, L., Deng, J., Gao, Y., Yu, L., Zhang, J. and Sun, H. (2019) Wide-Spread Distribution of PET and PC Microplastics in Dust in Urban China and Their Estimated Human Exposure. *Environment International*, **128**, 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.024>
- [5] Khoironi, A. and Anggoro, S. (2018) The Existence of Microplastic in Asian Green Mussels. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **131**, Article ID: 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/131/1/012050>
- [6] 高文杰, 卫新来, 吴克. 环境中微塑料的研究进展[J]. 塑料科技, 2021, 49(2): 111-116. <https://doi.org/10.15925/j.cnki.issn1005-3360.2021.02.028>
- [7] Abbasi, S., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., Kelly, F.J., Dominguez, A.O. and Jaafarzadeh, N. (2019) Distribution and Potential Health Impacts of Microplastics and Microrubbers in Air and Street Dusts from Asaluyeh County, Iran. *Environmental Pollution*, **244**, 153-164. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.039>
- [8] Liu, K., Wang, X., Fang, T., Xu, P., Zhu, L. and Li, D. (2019) Source and Potential Risk Assessment of Suspended Atmospheric Microplastics in Shanghai. *Science of the Total Environment*, **675**, 462-471. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.110>

-
- [9] Chen, L., Huang, Y., Xu, Z., Wen, L., Peng, X., Ye, Z., Zhang, S. and Meng, X.-Z. (2011) Human Exposure to PBDEs via House Dust Ingestion in Guangzhou, South China. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **60**, 556-564. <https://doi.org/10.1007/s00244-010-9564-8>
- [10] 骆永明, 施华宏, 涂晨, 周倩, 季荣, 潘响亮, 徐向荣, 吴辰熙, 安立会, 孙晓霞, 何德富, 李艳芳, 马旖旎, 李连祯. 环境中微塑料研究进展与展望[J]. 科学通报, 2021, 66(13): 1547-1562.