

Research Progress in Detection and Analysis Techniques for New Environmental Pollutants

Xinna Wu¹ Chao Sun²

1. Shipu Testing Technology (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai, 201100, China

2. Zhongke Rongguang (Beijing) Technology Co., Ltd., Beijing, 100010, China

Abstract

The rapid development of industrialization and urbanization has brought about new environmental pollutants. Currently, microplastics have been found in human blood, and antibiotics have been detected in seafood. These new pollutants in the environment are increasingly attracting people's attention. Therefore, conducting research on the detection and analysis technology of new environmental pollutants is of great significance for promoting the treatment and management policies of new environmental pollutants, as well as promoting the continuous improvement of ecological environment quality. This paper described the concept and characteristics of new environmental pollutants, introduced the detection and analysis technology and application of new environmental pollutants, listed the problems existing in detection technology, and proposed reasonable suggestions for the development of new pollutant detection technology.

Keywords

new pollutants; environmental testing; PPCPs; microplastics

环境新污染物的检测分析技术研究进展

吴馨娜¹ 孙超²

1. 实朴检测技术(上海)股份有限公司, 中国·上海 201100

2. 中科融光(北京)科技有限公司, 中国·北京 100010

摘要

工业化和城镇化的高速发展使得环境新污染物也伴随而来,目前在人类血液中已发现微塑料,海鲜中检出抗生素,这些环境中的新污染物日益受到人们关注。因此,开展环境新污染物的检测分析技术研究,对促进环境新污染物治理和环境新污染物管理政策制定,以及推进生态环境质量持续改善具有重要意义。论文阐述了环境新污染物的概念和特征,介绍了环境新污染物的检测分析技术和应用情况,列举了检测技术存在的问题,并对新污染物检测技术的发展提出了合理化建议。

关键词

新污染物; 环境检测; 药物和个人护理产品; 微塑料

1 引言

随着在人类血液中发现微塑料,海鲜中检出抗生素,环境中的新污染物日益受到人们关注。2022年5月,国务院办公厅印发《新污染物治理行动方案》,要求加强新污染物治理,完善新污染物环境监测技术体系;2022年11月,生态环境部、工业和信息化部等六部门审议通过《重点管控新污染物清单(2023年版)》,明确了重点管控新污染物清单。新污染物检测的重要性和需求在当今社会变得越来越突出,是深入打赢污染防治攻坚战和推进生态环境改善的必然要求。

【作者简介】吴馨娜(1985-),女,中国浙江嵊州人,硕士,从事环境相关领域新污染物检测、检测行业市场开发与管理研究。

2 新污染物的概念与特征

2.1 新污染物的概念

新污染物(emerging contaminants, ECs)是指环境中新出现的,或目前已明确存在、对环境或人类健康具有已知或潜在威胁的但尚无法律法规和限定标准或限定标准不明确的一类天然或合成的化学物质。目前我们主要关注的新污染物有四大类:一是持久性有机污染物(POPs),二是内分泌干扰物(EDCs),三是抗生素(Antibiotics),四是微塑料(Micro plastics)。它们在被排放到环境中后,被界定为新污染物。

2.2 新污染物的特征

2.2.1 来源复杂性

新污染物的来源复杂多样,主要来源是有毒有害化学物质的生产和使用,包括工业排放、农业活动、城市污水、

废弃物处理等。它们也可能存在于服装、不粘锅、塑料瓶、化妆品等日用品中，这使得新污染物的排放和释放难以追踪和控制，增加了环境管理的难度。

2.2.2 种类多样性

新污染物的种类繁多，包括有机污染物、无机污染物、微塑料、药物残留等。随着工业发展与科技进步，新的化学物质会不断被引入环境中，导致新污染物的种类不断增加。

2.2.3 潜在风险性

由于新污染物的性质和毒性往往尚未得到充分了解，其对生态系统和人体健康的潜在风险仍然存在不确定性。这使得我们难以准确评估其危害程度，也给新污染物污染预防带来了挑战。

2.2.4 持久性

新污染物在环境中难以降解或分解，会长期存在并积累。它们具有持久影响环境和生物体的能力，会对生态系统的稳定性和物种多样性产生长期和累积的影响。

2.2.5 生物蓄积和放大性

一些新污染物具有生物蓄积性和放大性，即它们在生物体内会积累并逐渐富集。这可能导致生物体内新污染物的浓度逐渐增加，对生物体的健康和生态系统的平衡产生影响，可能对高级消费者造成更大的危害。

2.2.6 治理难

治理应以监测为先，才能对“症”下药。目前对一些新污染物监测评估的方法和技术仍然不成熟。特别对于浓度低分布分散、涉及行业广、产业链长的新污染物更是缺乏有效监测手段和评估标准，使得我们难以制定针对性治理措施。

3 环境新污染物的检测技术及应用情况

环境新污染物的检测技术包括多种方法和工具，用于监测和评估新污染物的存在、浓度和危害程度^[1]。其中一些常见的检测技术包括：气相色谱-质谱联用（GC-MS）、液相色谱-质谱联用（LC-MS）、拉曼光谱、生物传感器等。这些技术能够对新污染物进行高灵敏度、高选择性的检测和定量分析，从而提供数据支持和科学依据，为新污染物的治理和管理提供重要参考。此外，随着技术的不断发展，还涌现出一些新的检测技术，如基于纳米材料的传感器、生物标记物检测等，这些新技术为新污染物的监测和评估提供了更多的选择和可能性。

3.1 光谱技术在环境新污染物的检测的应用

3.1.1 光谱分析技术

光谱分析技术是一种通过测量物质与光的相互作用来分析物质成分和性质的方法，包括红外光谱、紫外-可见光谱、拉曼光谱等，具有高灵敏度、非破坏性、快速、准确等特点，可用于新污染物的定性和定量分析^[2]。

3.1.2 应用情况

对于微塑料的识别常用到傅里叶变换红外光谱和拉曼光谱技术。基于焦平面阵列的傅里叶变换红外光谱（FPA-FTIR）近年来已成为运用广泛的微塑料分析方法，该技术

将傅里叶变换红外光谱与焦平面阵列探测器结合，可在几分钟内获得数千个样品的红外光谱，快速生成化学成像和进行数据分析。Tagg 等将基于 FPA 的 FT-IR 成像具有多个以网格图案放置的探测器用于微塑料分析，该方法允许对整个滤纸上的总微塑料进行详细且公正的高通量筛选。

3.2 色谱质谱联用技术在环境新污染物的检测的应用

3.2.1 色谱质谱联用分析技术

色谱质谱联用分析技术是一种将色谱技术和质谱技术结合起来的分析方法。它通过将样品中的化合物首先进行色谱分离，然后将分离后的化合物通过质谱技术进行鉴定和定量分析。这种联用技术能够充分发挥色谱和质谱的优势，实现对复杂样品中化合物的高灵敏度、高选择性和高分辨率的分析，可以用于检测和分析环境中微量的新污染物。

3.2.2 应用情况

对于环境中药品和个人护理产品（PPCP）的检测分析，主要采用色谱分析与质谱串联技术。孙慧婧等基于超高效液相色谱-三重四极杆质谱法测定了水中 11 大类 145 种药品和个人护理品。对于溴化阻燃剂，Han 等使用色谱-质谱分析（GC/MS）同时测定土壤样品中的溴化酚。Frederiksen 等为了分析生物群样品中的 TBBPA 用不同的仪器（LC-MS/MS 和 GC-MS）进行测试，研究表明 LC-MS/MS 所测结果更加准确，其既不需要衍生化，而且具有更高的灵敏度和更好的检测限。

3.3 化学传感器技术在环境新污染物的检测的应用

3.3.1 化学传感器技术

化学传感器技术是一种能够将环境中的物质化学信号转化为可测量的电信号的方法，如电化学传感器、水质传感器等都被用于环境监测，化学传感器的发展使得新污染物实时监测成为可能。

3.3.2 应用情况

冯艺璇完成了 MIL-68 (In) 衍生物基光电化学传感器构建并应用于环境抗生素残留检测。黄东等基于超高纯单壁碳纳米管（uhp-SWCNTs）的大比表面积和高导电性及氧化铜（CuO）的良好电催化活性，构建了一种用于快速、灵敏测定壬基酚的电化学传感器。

3.4 生物传感器技术在环境新污染物的检测的应用

3.4.1 生物传感器技术

生物传感器技术是一种利用生物分子与传感器相互作用来检测和测量目标物质的技术，可用于快速、灵敏、选择性地检测生物分子、微生物等^[3]。生物传感器包括酶传感器、免疫抗体传感器等。

3.4.2 应用情况

罗晓琴等用酶联免疫试剂盒检测了环境水样中的红霉素，并对检测效果做了评价。林栋制备了基于树状聚硅烷烷修饰的 SERS 纸芯片，并将其用于检测水中邻苯二酚，展现出了良好的重现性和稳定性，以及非常高的灵敏度。王婷建立了基于石墨烯量子点和纳米金生物传感检测左氧氟沙星的技术方法，在实际样品检测中，加标回收率良好。

3.5 AI 数据模型预测在环境新污染物的检测的应用

3.5.1 AI 数据模型预测技术

AI 数据模型预测技术是通过大量的监测数据进行分析 and 建模,可以快速识别新污染物,揭示新污染物的来源、迁移和转化规律,为环境保护和新污染物治理提供科学依据。

3.5.2 应用情况

目前 AI 数据模型预测技术在各个领域得到了广泛应用,但是由于新污染物的数据量较少^[4],尚未建立新污染物大数据库,可以提供给机器学习的样本不足。相信随着数据库的建立,通过不断的机器学习,对新污染物的机理分析及溯源预测将变得更智能更准确。

4 环境新污染物的检测技术存在的问题

4.1 检测方法不完善

虽然已经有了许多新污染物的检测方法,但仍然有一些新污染物的检测方法尚未开发或不完善。而现有技术无法满足新污染物检测需求,使得对于某些新污染物的监测和评估存在困难。

4.2 检测技术标准不足

由于新污染物种类繁多,每种污染物的检测技术标准都可能不同,导致方法的标准化程度不足,不同实验室或机构之间的检测结果难以比较和验证,影响了数据的可靠性和可信度。

4.3 检测灵敏度有限

某些新污染物的浓度非常低,检测灵敏度要求很高。然而,目前一些检测技术在低浓度下的灵敏度和选择性仍然有限,可能无法准确检测到低浓度的新污染物,或者会受到其他物质的干扰。

4.4 检测成本高

一些痕量新污染物的检测需要昂贵的设备作分析,同时还需要懂新污染物的专业技术人员操作,设备和人员导致检测成本较高,这也限制了一些实验室或机构的能力,使得新污染物的监测范围受到限制^[5]。

4.5 检测数据处理困难

新污染物的检测结果往往是复杂的数据集,需要进行有效的数据处理和解释。然而,目前缺乏统一的数据处理方法和标准,数据的解释和比较变得困难,无法对新污染物进行全面理解和评估。

5 环境新污染物检测技术发展的建议

5.1 推动检测技术创新

加大对环境新污染物检测技术的研发投入,鼓励科研机构、高校和企业进行技术创新。特别是在提高检测灵敏度、选择性和准确性方面,推动新的检测技术的发展,如纳米材料传感器、量子光谱分析技术、纳米高光谱技术等。

5.2 制定新污染物检测标准化制度

制定统一的检测方法和标准,确保不同实验室或机构之间的检测结果具有可比性和可信度^[6]。建立一个统一的标

准化机构或组织,负责制定和更新环境新污染物检测的方法和标准。

5.3 降低新污染物检测成本

推动新污染物检测技术的成本降低,提高设备的易用性和普及度。鼓励技术创新,加强新污染物检测专业人员培训,降低设备和检测人员的成本,使得更多的实验室和机构能够承担和开展新污染物的检测工作。

5.4 加强数据处理和解释

建立统一的数据处理方法和标准,使得不同实验室或机构的数据可以进行有效的比较和解释。同时,推动数据共享和开放,促进数据的互通和共享,提高数据的利用价值^[7]。

5.5 加强国际合作交流

在环境新污染物检测技术的发展和应用方面,加强国际合作和交流。共享经验和技术,促进技术的跨国合作和标准的统一,提高全球范围内对新污染物的监测和管理能力。

6 结语

近些年,环境新污染物的检测技术一直在不断地探究中取得进展。通过引入新的材料、传感器和分析方法,能够帮助我们更加准确地检测和监测环境中的新污染物。此外,数据处理和解释的方法也在不断改进,使得我们能够更好地分析和解释检测数据,提高数据的可靠性和可比性。然而,环境新污染物的检测技术研究仍然面临一些挑战,如复杂样品的处理、低浓度污染物的检测、多污染物的协同效应等^[8]。因此,我们仍需要继续加大研究投入,推动技术创新,解决存在的问题,继续提升新污染物的监测和管理能力,为环境新污染物治理提供科学支持,为人类健康和绿色可持续发展提供有效保障。

参考文献

- [1] 国务院办公厅.国务院办公厅关于印发新污染物治理行动方案的通知(国办发〔2022〕15号)[EB/OL].(2022-05-04).
- [2] 张雪,高欢,王庆.新兴环境污染物健康效应的研究进展[J].毒理学杂志,2023,37(1):43-48+53.
- [3] 江谔.揭开新污染物的真面目[J].环境,2023(8):19-21.
- [4] 占发旺.新兴污染物的分类及其检测技术研究进展[J].环境科学与技术,2023,46(S1):81-87.
- [5] 卢琦园,马艳,陈思帆,等.环境中微塑料检测方法的研究进展[J/OL].环境化学,1-16[2024-02-17].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1844.X.20230926.1202.034.html.
- [6] 孙慧婧,张蓓蓓,崔冬妮,等.超高效液相色谱-三重四极杆质谱法测定水中11大类145种药品和个人护理品[J].色谱,2024,42(1):24-37.
- [7] 林栋.基于聚合物材料的新型微流控纸芯片及其环境分析应用研究[D].北京:中国科学院大学(中国科学院烟台海岸带研究所),2023.
- [8] 王一茹.高分辨质谱在食品农药残留检测中的应用与展望[J].中国食品,2023(20):92-94.