

Treatment treatment of new pollutants in water environment

Sen Bai

Baoding Citizen Science Environmental Testing Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract

With the development of The Times, a large number of new pollutants have been enriched in the water environment, and the types and contents of these new pollutants are still increasing. These new pollutants have certain biological toxicity, bioaccumulability and environmental persistence. If these new pollutants are not properly treated, it will inevitably pose a serious threat to the surrounding ecological environment, the survival and reproduction of aquatic life and human health. And the pollutant detection is the prerequisite for the effective treatment of these new pollutants. In order to ensure the effectiveness and accuracy of the pollutant detection results, it is necessary to do a good job in the preliminary pretreatment work. Based on this, this paper focuses on the detailed analysis of the pretreatment points of new pollutants in water environment for reference.

Keywords

water environment; new pollutants; pretreatment

浅谈水环境中新污染物检测前处理要点

白森

保定市民科环境检测有限公司, 中国·河北 保定 071000

摘要

随着时代的发展, 水环境中已经富集了大量新型污染物, 并且这些新型污染物的种类与含量还在持续增加。这些新型污染物带有一定的生物毒性、生物积累性和环境持久性。如果不对这些新型污染物进行妥善的处理, 必然会对周围的生态环境、水生生物的生存与繁衍和人类的身体健康产生严重的威胁。而污染物检测是有效处理这些新型污染物的前提条件。为了保证污染物检测结果的有效性 & 准确性, 必须做好前期预处理工作。基于此, 本文重点针对水环境中新污染物的检测前处理要点进行了详细的分析, 以供参考。

关键词

水环境; 新污染物; 前处理

1 引言

新污染物, 其实就是近几年来才被检测出来的新型污染物。与已经发现的污染物相比, 这些新污染物具有一定的生物毒性, 容易在水环境中积累, 且不容易被水生生物所代谢, 容易对生态环境产生持久的威胁。对这些新污染物进行科学合理的前处理, 在加强水环境污染检测与防治, 保护水环境生态, 促进水环境生态可持续发展等方面发挥着极为重要的作用。目前, 能够对新污染物进行前处理的技术比较多, 不同的前处理技术有着不同的优势、劣势与注意事项。必须对这些前处理技术进行有效的梳理和分析。

2 液液萃取与固相萃取的应用

无论是液液萃取, 还是固相萃取, 都是现阶段最常用

的水环境污染检测前处理技术。首先, 国内的液液萃取技术相对成熟, 但是在应用过程中需要消耗大量的溶剂, 且完成水环境污染检测后的溶剂回收难度较大, 无法实现自动化处理, 不能保证萃取精度^[1]。这些问题的存在, 不仅会造成检测前处理资源的浪费, 还会对周围的生态环境产生污染, 所以不适合大范围推广使用。其次, 固相萃取虽然与液液萃取相比, 实现了前处理流程的简化, 检测后溶液的高效回收, 整个检测过程消耗的萃取剂也不多, 具有较强的自动化前处理水平, 可以保证污染物提取精度。

有研究者尝试将液液萃取与超高效液相色谱、三重四级杆质谱技术进行联合应用, 对水中的 19 余种抗生素, 例如磺胺醋酰等进行监测, 发现在对萃取剂、用量和流动相等参数进行优化调整后, 检测限、平均回收率、相对标准偏差等分别处于 0.02~0.80 $\mu\text{g/L}$ 、73.5%~92.8%、1.2%~8.7% 之间。并且, 实验结果表明, 液液萃取与其他前处理技术结合在一起, 能够显著提高操作灵敏度, 简化操作流程, 节省样本消耗和萃取剂的消耗, 能够满足现阶段的新污染物检测前处理需求。

【作者简介】白森 (1987-), 男, 中国北京人, 本科, 工程师, 从事环境检测研究 (包括水体, 土壤, 大气, 固体废物等)。

3 液相微萃取的应用

所谓液相微萃取, 其实就是在液液萃取的基础上优化形成的。这种前处理技术将液液萃取与固相萃取的优势进行了充分整合, 可以在消耗少量萃取剂的基础上高效率地获取足够的污染物样本, 并且萃取装置比较简单, 萃取成本比较低廉。这种前处理方法的应用原理是待分离组分在两相之间的分配系统不同。在提取待测分离组分的时候, 液相微萃取的应用效果显然更好, 且提取过程更加简便、不需要进行浓缩处理, 就可以保证溶液的回收效率。

研究者 Felipe 等人在对水体中双酚 A 光降解副产物进行检测的时候, 就在前期采用了液相微萃取技术进行预处理, 最终检测结果是检测出了 6 种双酚 A 光降解副产物。其中 2 种双酚 A 光降解副产物的毒性更大, 对于水环境的污染持续时间更长。另外, 这种前处理技术在超痕量提取方面也表现出了明显的优势, 消耗极少量的样本与提取溶剂也非常少, 能够为小型化前处理技术的发展以及新污染物的预浓缩提供支持。

4 固相微萃取的应用

为了持续提高新污染物萃取效率, 减少新污染物萃取过程中萃取剂的消耗, 专门研发出了液相微萃取技术。这种前处理技术只需要一个步骤, 就可以有效完成取样、浓缩和提取步骤, 且获取后的样本效果经得起检测^[2]。这种前处理技术的应用原理是以涂层表面的吸附材料、搅拌速度、萃取时间为依据, 采取固相微萃取技术进行前处理。

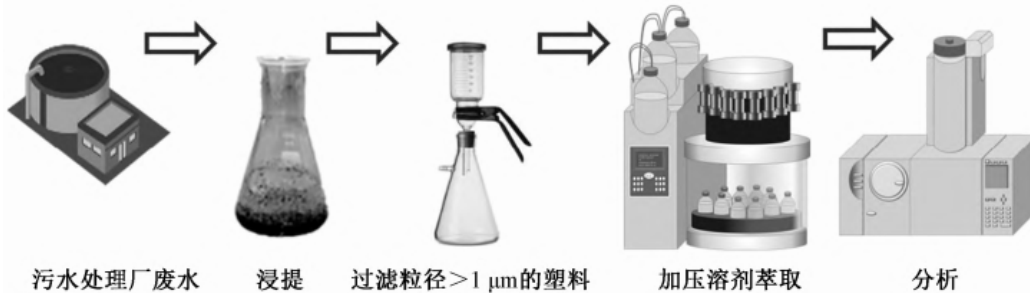


图 1: 加压溶剂萃取、热解与气相色谱质谱联用测定微塑料

6 超声波辅助萃取的应用

在对水环境中新污染物进行前处理的时候, 对超声波辐射过程中产生的剧烈机械效应、热效应和空化作用等进行有效的应用, 能够使萃取剂的渗透力、运动频率得到显著的提高, 为检测人员在短时间内将待测物溶解到萃取剂当中, 实现待测组分与基体的有效分离提供支持^[3]。这就是超声波辅助萃取技术的应用原理。这种前处理技术的应用具有操作流程简单方便、萃取效率高等优势。目前, 已经在土壤环境、水环境等样本待测组分分离工作中得到广泛的应用。

研究者 Tan 等人在对污泥中的氟喹诺酮类和四环素进

研究者 Pardina 在研究饮用水中 2-甲基异冰片、土霉素、三卤甲烷 3 类有机污染物测定方法的时候, 采用了固相微萃取与顶空气相色谱-质谱联用仪相结合的方法。同时, 又对这三类有机污染物的提取时间、搅拌速度、解吸温度、解析时间进行了优化和调整, 并将可测定的最低浓度调整到了 $0.005 \mu\text{g/L}$ 。与其他前处理技术的应用相比, 固相微萃取技术的应用具有较高的选择性、重复性和准确性, 在水环境中持久性有机污染物检测前期处理中有着极大的应用潜力。

5 加压溶剂萃取的应用

在对压力、温度等条件进行优化的基础上, 使用加压溶剂萃取技术, 能够使萃取剂中的分析物溶解度明显提高, 为实现萃取剂对待测组分的高效富集提供支持。与其他前处理技术的应用相比, 加压溶剂萃取技术的应用不仅可以保证萃取效率, 还可以减少萃取剂的消耗, 且可以实现自动化萃取。目前, 这种前处理技术已经在土壤样品、污泥样品以及固废样品中的前处理工作中得到广泛的应用。

研究者 Okoffo 等人在对某污水处理厂中 $1\sim 5000 \mu\text{m}$ 的微塑料质量浓度进行调查的时候, 就使用了加压溶剂萃取、热解与气相色谱质谱联用技术。调查结果显示该污水处理厂中的总塑料在 $840\sim 3116 \mu\text{g/L}$ 之间, 流入量集中在 $2.1\sim 196.4\text{kg/d}$ 之间。这次研究让人们更全面、客观地认识了微塑料对水环境的污染程度, 并探索到了稳定性更高的微塑料测定方法, 为降低微塑料对水环境的持续长期污染提供了支持。图 1 为加压溶剂萃取、热解与气相色谱质谱联用测定微塑料。

行测定时, 就对超声波辅助萃取技术、固相萃取技术、高效液相色谱-串联质谱联用技术等进行了联合应用。经过实验验证, 发现超声波辅助萃取技术的应用在优化提取溶剂、提取循环和 pH 提取参数等条件之后, 可以将回收率控制在 $41\%\sim 123\%$, 将相对标准偏差控制在 17% 以下, 且准确性较高、重现性较好。

7 超临界流体萃取的应用

所谓超临界流体萃取技术, 其实就是将超临界流体作为萃取溶剂, 并在基质中对萃取物进行分离、提取与纯化的过程。目前, 针对一些热稳定性较差的待测物质或者脂溶性

待测物质的提取,都会优先考虑这种前处理技术。因为超临界流体的分散能力堪比气相物质,溶解性堪比溶液,且不存在表面张力,能够在短时间内渗透到基质当中^[4]。所以,将其应用到新污染物检测前处理工作中,具有高效、快速、处理便捷等特点,只需要使用少量的样品就可以完成萃取任务,样品处理周期也比较短。需要注意的是,这种前处理技术在实际应用中也面临着很多困境。例如,超临界流体的植被难度较高、储存难度也不小,所以很难在新污染物检测前处理中得到普及。

研究者 Wang 等人在对土壤环境中的溴化阻燃剂六溴环十二烷进行分析检测的时候,就将超临界流体萃取方法与气相色谱-质谱联用仪进行了联合应用。在检测实验当中,对提取温度、萃取时间、萃取压力进行了调整,对改性剂、表面活性剂进行了优化,发现可以将六溴环十二烷的提取效率

提高到 98.9%。与此同时,这些研究者还对索氏萃取、超声波辅助萃取以及超临界流体萃取这三种前处理方法的应用效果差异进行了对比,发现超临界流体萃取技术的应用不仅可以提高待测组分的提取效率,缩短待测组分的提取时间,还可以将待测组分中的杂质进行去除。

8 磁性固相萃取的应用

在新污染物检测前处理环节,将磁性材料作为吸附剂,直接添加到液体基质当中,就可以将待测组分成功吸附到磁性吸附剂表面。在磁场的作用下,从基体中将待测组分与吸附剂分离出来,并使用专用溶剂进行洗脱,就可以将待测组分成功提取出来^[5]。与其他前处理技术的应用相比,磁性固相萃取技术的应用具有回收方便、操作简单等优势。图 2 为磁性固相萃取的应用原理。

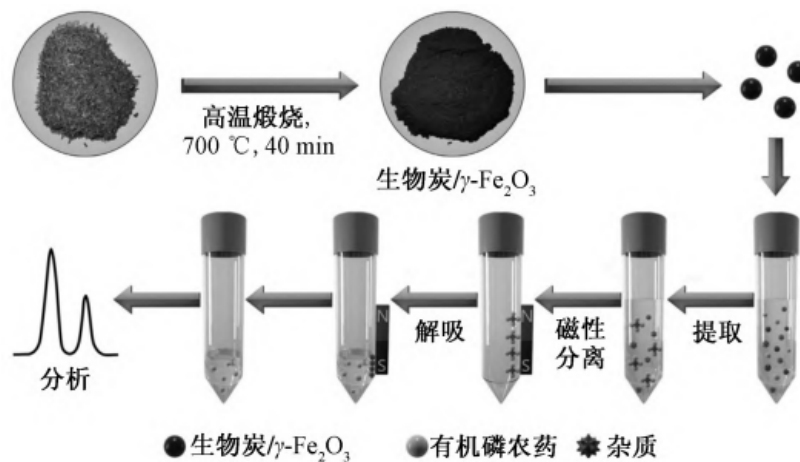


图 2: 磁性固相萃取的应用原理

研究者 Zhang 等人在对地表环境中的痕量有机磷农药进行测定的时候,就在前处理阶段对磁性生物炭固相萃取、气相色谱-质谱联用仪进行了联合应用。该实验对各种萃取参数,例如热解温度、解吸时间、解吸溶剂、Fe²⁺/Fe³⁺ 含量等对萃取效果的影响进行了研究。并通过研究发现磁性固相萃取技术的应用线性较低、检测限较低,且回收率较高,能够将痕量有机磷农药从复杂环境当中提取出来。

9 结语

综上所述,在水环境中新污染物种类不断丰富、含量不断增多的形势下,单纯依靠人工检测方法,需要投入大量的人力物力和财力,才能够满足新污染物的持续检测需求。加强新污染物的自动化检测与预处理已经成为必然趋势。目前,常用的检测前处理方法有液液萃取、固相萃取、液相微萃取、固相微萃取、加压溶剂萃取、超声波辅助萃取、超临

界流体萃取、磁性固相萃取等方法。但是,为了持续加强新污染物的检测前处理,还需要在未来的一段时间内探索出更多有效、规范、科学的前处理方法,以持续降低新污染物检测前处理成本,提高新污染物检测前处理质量。

参考文献

- [1] 王雪瑾,许越,毛钰莹,等. 环境中新污染物检测前处理方法分析[J]. 科技和产业,2023,23(21):155-160.
- [2] 张一清,郭珊珊,孙倩. 冷冻干燥技术在环境水样有机新污染物前处理中的应用进展[J]. 色谱,2021,39(8):827-834.
- [3] 孙瑞婷. 食环样品中有机污染物的萃取富集方法研究[D]. 辽宁:大连理工大学,2022.
- [4] 贾文惠. 样品前处理技术辅助的食品或环境中小分子污染物分析方法研究[D]. 山东:曲阜师范大学,2022.
- [5] 王江月,田宗承. 水环境中新污染物检测前处理方法分析[J]. 黑龙江环境通报,2025,38(03):104-106.