

环境水质分析工作中重金属检测技术应用研究

贾鹏娟¹ 韩万兵²

1 新疆维吾尔自治区矿产实验研究所 2 核工业二一六大队

DOI:10.12238/gmsm.v7i3.1680

[摘要] 环境水质分析工作中,重金属检测技术的应用路径研究是为了更好地了解 and 监测水体中重金属污染状况,维护水环境的健康与可持续发展。随着工业化和城市化的不断推进,水质污染问题日益凸显,其中重金属污染是一个严峻而复杂的挑战。为了及时发现、防范和治理水体中的重金属问题,对检测技术的不断创新和路径研究势在必行。

[关键词] 水质分析; 重金属检测; 检测技术

中图分类号: TN247 文献标识码: A

Research on the Application of Heavy Metal Detection Technology in Environmental Water Quality Analysis

Pengjuan Jia¹ Wanbing Han²

1 Xinjiang Uygur Autonomous Region Institute of Mineral Resources

2 Nuclear Industry 216th Brigade

[Abstract] The research on the application path of heavy metal detection technology in environmental water quality analysis aims to better understand and monitor the heavy metal pollution status in water bodies, and maintain the health and sustainable development of the water environment. With the continuous advancement of industrialization and urbanization, water pollution issues have become increasingly prominent, and heavy metal pollution is a serious and complex challenge. In order to discover, prevent, and treat heavy metal problems in water bodies in a timely manner, continuous innovation and research on detection technology are imperative.

[Key words] water quality analysis; heavy metal detection; detection technology

引言

重金属是一类对环境和人类健康具有潜在危害的污染物质,其广泛存在于水体中,主要来源于工业废水、农业排放和自然地质过程。随着工业化和城市化的发展,水体重金属污染日益严重,严重威胁着人类健康和生态环境。采用先进和高效的重金属检测技术,实现水环境重金属污染的快速而准确地监测,是环境水质分析工作的主要内容^[1]。

1 环境水质重金属检测的意义

随着人类经济活动的不断增长,重金属排放量逐年攀升,导致了水质污染问题的日益严重。在这一背景下,环境水质分析工作中重金属检测技术的应用路径研究显得尤为迫切和重要。首先,监测水体中的重金属含量对于保护生态环境至关重要。水是生命之源,而重金属的超标污染不仅影响水体自身的生态平衡,还可能对水中生物和植物造成毒害,影响水生生态系统的稳定性和健康。通过重金属检测,我们能够及时发现水体中的异常情况,有助于采取针对性地保护和修复措施,确保水生态系统的可持续发展。其次,重金属污染对人类健康构成了潜在威胁。饮用

水中的重金属含量超标可能导致慢性中毒,引发多种健康问题,通过水质重金属检测,大家能够评估饮用水的安全性,及时采取防范措施,保障居民的身体健康。此外,重金属检测技术的研究与应用路径的探索,也为环境管理和政策制定提供了科学依据。通过了解不同区域、不同水体中重金属的分布规律,政府和相关部门可以更有针对性地制定环境保护政策,加强对排污企业的监管,推动工业生产向更为环保和可持续的方向发展。

2 水质分析中重金属检测技术

2.1 生物化学法

生物化学法是环境水质分析中一种重要的重金属检测技术,其核心理念是通过生物体对重金属的敏感性作为指标,实现对水体中重金属含量的准确测定。这种方法具有独特的优势,既能够快速反映水体中的污染情况,又能够模拟真实环境中生物体对重金属的响应,具备较高的生物学可比性。在生物化学法中,最常用的是利用藻类、细菌、植物等生物体对重金属的生物吸附、富集、蓄积等特性进行检测。通过监测生物体的生理生化参数,如酶活性、生长状态、代谢产物等,可以全面了解水体中

重金属的毒性影响。这不仅提供了对水体环境的动态监测,还为评估生态系统对重金属的适应性和抗性提供了有益信息。生物化学法的应用路径研究主要包括对生物指标的选择、实验条件的优化、监测参数的建立等方面。通过不断改进和创新,生物化学法在重金属检测中的应用越发成熟,为环境科学领域提供了一种生态友好、快速高效的检测手段。

2.2 电化学法

电化学法作为水质分析中的一项重要重金属检测技术,以其高灵敏度、实时性和操作简便性而备受青睐。该方法基于电极与水样中重金属发生特定电化学反应的原理,通过测量电流、电压等参数,实现对重金属浓度的准确检测。电化学法在水质监测中扮演着关键角色,其应用路径研究不仅促进了检测技术的不断进步,也拓展了水质分析的广度和深度。电化学法的关键步骤包括电极的选择、电极表面修饰、工作电位的调控等。选择合适的电极材料和修饰方法对提高检测灵敏度和选择性至关重要。在应用路径研究中,不断优化这些关键参数,以适应不同水体环境和重金属元素的检测要求,是确保电化学法在水质分析中发挥最大作用的关键。电化学法的优势之一在于其实时性,几乎可以立即获取检测结果,为实时监测提供了可行性。此外,该方法还具备较高的检测灵敏度,能够有效检测水体中微量的重金属,有助于及早发现潜在的环境风险。在工业废水、地表水、地下水等多种水体样品中的应用,使电化学法成为一种广泛适用且实用的水质分析工具。

2.3 液相色谱法

液相色谱法是水质分析中常用的一种重金属检测技术,以其高分辨率、准确性和适用性而在环境监测领域广泛应用。这一方法基于重金属离子在色谱柱中与特定配体发生配位反应,通过分离和检测来实现对不同重金属元素的准确测定。液相色谱法在水质分析中扮演着关键角色,其研究与应用有助于全面了解水体中重金属的组成和分布,为环境保护提供科学依据。液相色谱法的实施过程主要包括样品前处理、色谱柱的选择、流动相的优化等步骤。样品前处理通常包括萃取、分离等步骤,以确保样品中重金属离子的有效、准确检测。选择合适的色谱柱和流动相对于分离和检测的准确性至关重要,研究人员需要根据具体要求进行优化。液相色谱法的优势之一在于其高分辨率和准确性,能够有效区分水体中不同重金属元素,对于复杂水质矩阵中的多种离子的分析具有独特的优势。此外,该方法还具备较高的灵敏度,即便是在低浓度情况下也能够精准检测,有助于发现潜在的环境风险。

3 重金属检测技术在环境水质分析中的应用

3.1 电化学法应用

电化学法是当前环境水质分析中检测重金属的一种重要技术。这种技术利用电化学原理和方法,通过对水样中的电化学活性成分进行氧化还原反应,实现对水体中微量重金属元素的快速定量检测。与传统的分光光度法、原子吸收法相比,电化学法具有操作简便、测试快速、检测灵敏度高等优点。电化学检测

技术中常用的有两种方法,一是电位法检测,二是电流法检测。电位法是采用工业三电极体系,利用恒定电流使电极达到一定电位,当水样中含有可氧化或可还原的金属离子时,会影响电极的电位值,通过测定电极电位的变化,可以推算出水样中金属离子的浓度^[2]。这种方法的典型代表是倍增脉冲电位法,可用于铜、镉、铅、锡等多种金属元素的检测。电流法则是在一定的电势作用下,测量电流的变化情况来判断水样中金属的含量,如退伏法、方波伏安法、微分脉冲伏安法等。与电位法相比,电流法更加灵敏,可以检测微量甚至痕量的重金属元素。

3.2 流动注射分析法应用

流动注射分析法(FIA)是一种新型的自动分析技术,其基本原理是利用机械泵系统连续地将少量的水样和载流液(如酸、碱等试剂溶液)注入流动系统中,使两种溶液在流动导管内快速混合,引发化学反应后再由检测器进行在线检测。FIA技术具有自动化程度高、样品使用量少、分析速度快等优点。FIA技术可与多种检测技术如分光光度法、原子荧光光谱法、电化学法等联用实现水样中重金属的检测,其中最常用的检测器是图形化炉原子吸收光谱仪(GFAAS)。FIA-GFAAS系统实现了水样的在线预处理和富集,大大提高了检测的灵敏度,可以检测出环境水体中的超低浓度重金属。此外,FIA技术还可用于环境水样中多种重金属的同时检测。FIA技术改善了重金属检测的自动化程度,明显提高了分析效率。但这种技术设备昂贵,维护与操作复杂,未来发展仍需解决试剂消耗量大、连续运行稳定性较差等问题,以实现该技术在环境监测领域的大范围应用。

4 环境水质分析工作中重金属检测技术应用路径

4.1 加强电化学法检测技术的研发

电化学法作为环境水质分析工作中应用最广泛的重金属检测技术,其技术进步空间仍然很大。未来的研发工作应着眼于进一步提高电极的选择性和稳定性。可通过优化电极材料,调控材料组分等获得更高选择性的电极。也可以通过表面修饰,构建功能薄膜,提高电极的抗污染能力。此外,开发新型探针和传感材料是加强电化学法检测技术研发的重要方向。近年来碳量子点、贵金属纳米颗粒、氮化碳材料和过渡金属化合物等都是极具前景的电化学传感材料。将这些材料与特定基底电极及识别分子组合,可以获得新型的高灵敏探针,有效扩展电化学法的检测范围,实现对更多类重金属污染物的快速监测。这对提高我国环境水体重金属污染监测能力具有重要意义。

4.2 发展和完善流动注射分析技术,提高其自动化水平

流动注射分析技术(FIA)可实现水样中重金属的快速自动检测,但该技术也面临试剂消耗量大、连续运行稳定性较差等问题。未来的技术发展应致力于进一步增强FIA系统的自动化水平。可研制新型自动在线过滤器、混合器、富集反应柱等前处理单元,实现水样的在线过滤和富集。提高FIA自动取样系统的运行效率,缩短取样时间间隔,可以减少取样的重复率。同时,发展连续流动技术,优化流动泵系统,实现系统的长周期连续稳定运行。这将极大增强FIA技术的实用性,使其能够满足水环境

在线监测的需求。另外,通过微流控芯片技术的创新与集成,也可显著提升FIA系统的集成化与智能化程度,推动FIA检测技术向着小型化和现场应用方向升级。

4.3 推动层析-质谱技术的创新与发展

层析-质谱联用技术集二者优势于一体,可实现对复杂环境水样中多种目标污染物的同时检测,是环境水质分析领域的一大研究热点。推动这种技术的创新与发展,是扩大环境水质重金属检测技术应用的重要环节。未来的研究可着眼于两个方面:一是开发新型的离线或在线样品前处理技术,实现水样的有效提纯,去除基质干扰。二是研发新型的质谱接口技术,如微萃取、离子流动和超高效液相等技术。这可提高质谱的稳定性,实现对复杂矩阵低浓度样本的快速、高通量检测。如果能研制成本适中的专用仪器与耗材,将这种技术的使用范围拓展至中小环境监测机构,也将极大提升我国环境监测网络的水平^[3]。总之,持续推动层析-质谱联用技术的自主创新,加快实现技术转移转化,是环境水质监测领域亟待解决的问题。

4.4 发展生物传感器在环境水质重金属检测中的应用,优化生物基元件的固定化技术

生物传感器作为一种新兴的生物检测技术,可实现对水体中重金属污染的快速、高选择性检测,在环境监测中展现出广阔的应用前景。但其实际应用中面临生物基元件稳定性差、再现性较差的问题。因此,未来的研发工作应重点针对生物基元件的固定化技术进行优化。可采用有机硅凝胶、聚合物水凝胶、纳米材料等作为固定化基质,通过共价键连接、亲和吸附等方式实现细胞、酶等生物基元件的稳定包埋。这可提高生物基元件在传感器中的保水性、稳定性与重用性。同时选择合适的膜材料,对固定化基质进行微包埋,也可增强传感器的机械稳定性,延长使用寿命。如果能持续推进生物识别元件固定化技术的创新与优化,生物传感器技术定可发挥关键作用,大幅提升环境水

体中重金属污染检测与监测的灵敏度、选择性和持续性。

4.5 积极开展现场快速检测与连续监测技术研究

现场快速检测和连续监测是重金属检测技术实现从实验室走向实际应用的关键环节。这类技术可实现对水体重金属污染情况的实时了解和预警。因此环境水质分析工作中,应积极开展该领域的技术与器件研制。一方面,要针对便携式重金属快速检测仪器进行创新研发,使检测系统小型化、智能化、易操作化。另一方面,要构建自动取样与在线分析的技术平台,研制在线荧光探头、微电极阵列等检测单元,与信息传输与处理系统联网,建立重金属污染在线监测预警体系。如果能取得这类技术的突破性发展,环境监测部门就可以随时掌握各类水体的重金属污染态势,及时采取对应措施,避免或减轻污染事件对水环境及人群健康的危害,这对保障环境安全与社会稳定具有重要意义。

5 结束语

重金属检测技术在环境水质分析工作中的应用路径研究,旨在为大家更深入地了解水体中重金属的来源、分布和影响提供技术支持。在未来的工作中,应继续加强技术研发,提高重金属检测的精准度和灵敏度,为水质监测工作的科学性和可操作性注入新的活力,共同构建清洁、健康、可持续的水环境。

[参考文献]

- [1] 闫广强, 自强. 水环境检测中重金属检测技术的应用[J]. 清洗世界, 2023, 39(11): 99-101.
- [2] 李丽丽. 重金属检测技术在水环境检测中的应用[J]. 山西化工, 2023, 43(07): 102-103+106.
- [3] 马元斌. 环境水质分析工作中重金属检测技术应用路径研究[J]. 世界有色金属, 2023, (07): 220-222.

作者简介:

贾鹏娟(1987--),女,汉族,陕西渭南人,本科,工程师,研究方向:岩矿、水质、土壤、食品分析检测。