

水环境中重金属检测技术的应用

王晓辉¹ 刘春燕²

1 通标标准技术服务(青岛)有限公司 2 中国科学院海洋研究所

DOI:10.12238/eep.v6i2.1738

[摘要] 水是生命之源,也是人类社会发展的基础。但是,随着人类活动的不断增加,水环境中的污染问题日益突出,其中重金属污染是一大问题。重金属对人体健康和生态环境都会带来极大的影响,因此对水环境中的重金属进行准确可靠的检测和监测显得尤为重要。本文将探讨在水环境重金属检测中常用的检测技术和方法,以及近年来新技术的应用和发展,以期对相关领域研究和实践提供参考和借鉴。

[关键词] 水环境检测; 重金属检测技术; 应用

中图分类号: TN247 **文献标识码:** A

Application of Heavy Metal Detection Technology in Water Environment Detection

Xiaohui Wang¹ Chunyan Liu²

1 SGS-CSTC Standard Technical Service (Qingdao) Co., Ltd

2 Institute of Oceanography, Chinese Academy of Sciences

[Abstract] Water is the source of life and the foundation of human social development. However, with the continuous increase of human activities, the pollution problem in the water environment has become increasingly prominent, and heavy metal pollution is a major problem. Heavy metals have a great impact on human health and ecological environment, so it is particularly important to accurately and reliably detect and monitor heavy metals in the water environment. This paper will discuss the detection technologies and methods commonly used in the detection of heavy metals in the water environment, as well as the application and development of new technologies in recent years, with a view to providing reference for research and practice in related fields.

[Key words] water environment detection; heavy metal detection technology; application

引言

尽管工业化程度的提高对我国经济的发展做出了巨大贡献,但同时也对生态环境质量带来了威胁。随着环境问题的逐渐凸显,重金属检测已成为环境治理不可或缺的组成部分。重金属元素很难降解,很容易在水生物体内累积,影响水体质量并破坏生态系统。同时,重金属还会对人体健康造成危害,因此提高对水质分析中重金属检测技术应用的关注具有现实意义。

1 重金属的危害与水环境检测的意义

1.1 重金属的来源及对生态环境的影响

重金属是指相对密度大于 $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ 的金属元素,具有毒性、生物积累和持久性等特点,对人体和生态环境均有较大危害。重金属在自然界中广泛存在,主要来源包括工业废水、农业污染、城市污水和大气降水等。这些污染源排放的重金属物质,如果进入水环境,将对水生生物和人体健康产生严重影响^[1]。

1.2 水环境检测的意义及必要性

水环境检测是指对水体中的各种污染物进行检测和分析,

旨在保障水环境的质量和安。重金属是水环境中常见的污染物之一,对于重金属的检测和监测具有重要的意义和必要性。首先,水环境中重金属的存在会对水生生物和人类健康产生影响,通过对重金属的检测和分析,可以及时发现水环境中的污染源和污染程度,采取有效的控制和治理措施,保障水环境的质量和安。其次,重金属是水环境污染的重要指标之一,通过对重金属的检测和监测,可以全面了解水环境的污染状况,为制定科学合理的治理方案提供依据。另外,水环境检测的意义和必要性不仅体现在保护水生生物和人类健康上,也体现在促进经济和社会可持续发展上。水是人类生存和发展的重要基础资源,保障水环境的质量和安对于维护社会和谐稳定和实现经济可持续发展具有重要意义。同时,水环境检测也是各行业和领域开展生产活动的必要前提和基础,只有保障水环境的质量和安,才能为经济和社会发展提供可靠的保障^[2]。

2 水环境重金属检测技术概述

随着人类活动的增加,水环境中的重金属污染日益严重,如

铅、镉、汞等重金属对生态环境和人体健康会造成严重的危害。因此,水环境中的重金属检测技术显得尤为重要。

2.1 常见的重金属元素及其毒性

常见的重金属元素包括铜、铅、镉、汞、铬、锌等。这些元素虽然在自然界中广泛存在,但是由于人类活动过程中的排放,会造成水环境的重金属污染,进而对生态环境和人体健康造成严重威胁。例如,铅污染主要来源于工业废水、废气、废渣等,长期接触铅会对中枢神经系统、血液系统、肝脏、肾脏、生殖系统等造成损害。镉污染主要来源于废水、废渣、工业粉尘等,长期接触镉会造成骨质疏松、肾脏损害、肝脏损害等。汞污染主要来源于煤炭燃烧、废弃电池等,汞会在水环境中蓄积,长期接触会对神经系统、心血管系统、肝脏、肾脏等造成损害^[3]。

2.2 水环境重金属检测技术分类

水环境重金属检测技术根据检测方法的不同,可以分为化学分析法、光谱分析法、电化学分析法、生物分析法等。化学分析法是一种传统的重金属检测方法,包括原子吸收光谱法、原子荧光光谱法、原子发射光谱法等。光谱分析法包括紫外-可见吸收光谱法、红外光谱法、拉曼光谱法等。这些方法通过分析样品中重金属元素对光的吸收、发射和散射,从而判断水环境中的重金属。电化学分析法是通过测量水环境中的重金属离子与电极之间的电位差,从而判断重金属的含量。生物分析法是利用生物体或生物分子对重金属的选择性吸附或反应,从而实现重金属的检测。生物分析法包括酶促荧光法、免疫分析法、生物传感器等。此外,近年来还涌现出一些新兴的重金属检测技术,如电化学光学检测技术、纳米材料传感器技术等,这些新技术在提高检测速度和准确性方面具有独特的优势^[4]。

3 水环境重金属检测技术的应用

3.1 化学分析法

化学分析法是一种传统的重金属检测方法,常用的检测方法包括原子吸收光谱法、原子荧光光谱法、原子发射光谱法等,如图一所示。化学分析法准确度高,但需要消耗大量试剂和耗时耗力。原子吸收光谱法,通过测定吸收样品中重金属原子特定波长的光线来测定重金属的含量,这种方法广泛应用于水环境中重金属的检测。原子荧光光谱法,通过样品中吸收X射线,使样品中的重金属原子受激发而发射出荧光,从而测定重金属的含量,这种方法主要应用于海水和河水中重金属的检测。

例如,使用原子吸收光谱法和原子荧光光谱法,可以对海水中铅(Pb)和镉(Cd)的检测,检测人员可以先取一定量的海水样品,并将其预处理,使用酸或氧化剂将重金属离子还原或氧化为可检测的状态。接下来,使用原子吸收光谱法或原子荧光光谱法分别测定铅和镉的含量。

3.2 光谱分析法

光谱分析法包括紫外-可见吸收光谱法、红外光谱法、拉曼光谱法等如图二所示仪器。光谱分析法无需使用大量试剂,具有高灵敏度、快速响应和无损分析等优点,但需要设备投资较高。紫外-可见吸收光谱法,利用重金属元素特定波长的吸收光谱特

性,测定水环境中重金属的含量。拉曼光谱法,通过测量样品中重金属离子的振动和旋转能量,来确定重金属的含量,这种方法应用于饮用水中重金属的检测。红外光谱法可以用于检测水体中的重金属离子,如铜、铁、锌、铅等,通过将水样品与吸附剂混合,使吸附剂吸附重金属离子,然后进行红外光谱测试,测定吸附剂中重金属离子的含量,这种方法可以避免水样中其他化合物的干扰,减少分析误差,具有较高的准确性和灵敏度。



图一 化学分析法检测水质中重金属含量



图二 光谱检测仪器

3.3 电化学分析法

电化学分析法是通过测量水环境中的重金属离子在电化学电极上的电流、电位等特性来测定重金属含量的一种检测方法,常用的电极包括玻碳电极、金属电极等。例如,阳极溶出法,将样品作为阳极,在一定的电位下进行电解,使重金属离子向阳极

溶出,通过测定阳极溶液中重金属的含量,来测定水环境中的重金属污染。阴极溶出法,将样品作为阴极,在一定的电位下进行电解,使重金属离子还原到阴极上,通过测定阴极沉积物中重金属的含量,来测定水环境中的重金属污染。电化学分析法具有灵敏度高、快速响应、无需大量试剂等优点,但需要严格的实验条件和高水平的技术人员操作。

3.4 生物分析法

生物传感器是利用生物分子或细胞对特定物质的选择性反应,将物质的浓度变化转化为电信号输出的设备。例如,利用酵母细胞发酵产生的二氧化碳气体作为检测信号,可以快速、准确地检测水中的铜、铅、镉等重金属离子。生物吸附剂是指具有高度亲和力的生物材料,可以与重金属离子结合并形成不可溶的复合物。例如,利用海藻、菌类、生物多糖等材料作为吸附剂,可以有效地去除水中的镉、铅、铜等重金属。生物指示器是指利用生物体对环境中的重金属离子的敏感性和响应性来检测水体中的重金属离子。例如,利用水蚤、青蛙卵、鱼类等作为指示器,通过观察它们的生长、繁殖、行为等指标的变化来判断水体中重金属的污染程度。

4 水环境重金属检测技术的发展趋势

4.1 新技术的应用

随着人类工业和生活的不断发展,水环境重金属污染已成为一个严重的环境问题。为了及时掌握水环境的污染情况,保护水生态环境,重金属检测技术变得越来越重要。传统的化学分析方法虽然准确度高,但需要耗费大量的试剂和时间,限制了其在实际应用中的广泛使用。因此,研究和开发新的重金属检测技术已经成为目前研究的热点之一。在近年来的研究中,新技术开始被应用于水环境重金属检测中,其中纳米技术和人工智能技术的应用得到了广泛的关注。纳米技术是一种新兴的技术,其应用可以提高检测的灵敏度和选择性,同时降低检测成本。利用纳米材料修饰电极表面,可以增强电极的响应能力,从而提高检测灵敏度。纳米材料的独特性质可以改善重金属离子的选择性,使得检测结果更加准确可靠。例如,利用氧化铜纳米线修饰的玻璃碳电极可以快速准确地检测铅离子的浓度。此外,利用银纳米粒子修饰的电极可以实现对镉、铅、铜等重金属离子同时检测的功能。人工智能技术的应用也为水环境重金属检测带来了新的思路。通过建立人工神经网络模型,可以将传感器所得到的信号数据

进行处理和分析,提高检测的精度和准确性。同时,利用深度学习技术,可以通过对大量数据的学习和分析,发现更多的重金属污染规律和特征,为污染治理提供更有力的支持。

4.2 未来发展趋势

未来,水环境重金属检测技术将朝着更加智能、高效和可靠的方向发展。首先,重金属污染是一种复杂的环境问题,需要多元化的检测技术来应对。例如,可以开发新的检测技术,如电化学检测、激光诱导击穿光谱技术等,以及结合多种检测技术进行联合检测,从而提高检测的准确性和可靠性。其次,随着工业化进程的不断推进,水环境中重金属污染的情况越来越严重,检测工作也变得越来越繁琐。因此,未来的重金属检测技术需要更高的检测效率和自动化水平,以便更快、更准确地完成检测工作。而且人工智能技术的应用为水环境重金属检测带来了新的机遇。未来,可以利用人工智能技术建立更加智能化的检测系统,实现对水环境中重金属的快速监测和预警,提高治理效率和水质安全。最后,随着大数据时代的到来,水环境重金属检测数据也呈现出大规模、高密度、高维度等特点。因此,未来需要强化数据管理和信息共享,建立完善的数据平台和信息交流机制,方便各方面的共享和利用。

5 结束语

总之,水环境重金属检测技术的发展趋势是多元化、高效化、智能化和信息化。通过不断的技术创新和应用,以更好地应对水环境重金属污染问题,保障水资源的安全和可持续发展。

[参考文献]

- [1]董慧.水环境重金属污染物检测技术研究综述[J].河南科技,2020,38(13):45-49.
- [2]韩文娟.基于表面等离子体共振传感器的水环境中重金属离子检测研究进展[J].环境与可持续发展,2020,45(1):54-57.
- [3]马明星.水环境中重金属离子检测技术研究综述[J].水处理技术,2019,45(1):1-7.
- [4]梁珂.基于X射线荧光分析的水环境重金属元素检测[J].化学分析计量,2021,30(2):47-50.

作者简介:

王晓辉(1989--),女,汉族,山东省莱西市人,本科,中级,从事工作:环境水质、土壤、固废、沉积物、空气检测。