

水环境中重金属检测方法的研究

杨霞¹ 李金娟²

河南国之信检测检验技术有限公司 河南 济源 459000

河南豫光金铅集团 河南 济源 459000

摘要: 在矿山开采、金属冶炼、电镀及化工等行业的多元化工业生产过程之中, 难免会产生一些重金属, 且这些重金属会随着淋雨、降尘等进入水体中, 同时随着生活、生产废水的处理排放不断进入水体, 导致水环境中重金属含量不断累积, 造成了日趋严重的水体重金属污染。近年来, 国家对环保监管的要求不断提高, 人们的环保意识也日渐增强, 水体重金属污染检测和治理技术越来越受到关注。基于此, 本文利用调查法、文献资料法等方法对水环境检测中重金属检测技术的应用进行了研究与探讨。从中得知水环境重金属污染具有污染源众多、恢复难度大等特点。所以应灵活应用比色传感器检测、荧光传感器检测、电化学传感器检测、电感耦合等离子体质谱法等技术检测水环境中的重金属, 并通过控制污染源头、控制底泥重金属等手段改善水环境, 降低重金属污染程度。

关键词: 水环境; 重金属; 检测技术

水资源是人类赖以生存, 经济、社会发展最为重要的物质基础, 然而目前水污染被称为各种环境污染中的“世界头号杀手”, 其所造成的影响已反映在人们的日常生活中。据统计, 全球每年释放到水环境中的被污染的淡水量已超过了世界径流总量的14%。我国人均水资源远低于世界上其他国家。

随着我国经济的快速发展, 工业、农业以及居民生活均对水环境造成了很大影响, 水污染问题越来越突出, 主要反映在水质的恶化以及水体自净功能的降低与丧失, 其中重金属污染就是目前我国面临的各类水污染中最为严峻的问题之

通常, 自然水体中重金属的存在处于正常浓度范围, 而重金属经由各种渠道进入自然水体, 使自然水体中的重金属含量超标, 进而造成严重的水环境重金属污染。一般情况下, 水环境重金属污染所带来的后果不可预估, 除了会造成一定的经济损失之外, 还可能危害人体的健康和生命。

1 水环境与重金属概述

1.1 基本概念

水环境指的是自然界中水的形成、分布和转化的环境, 会对人类生活产生较大影响。水环境主要是由地表水环境与地下水环境共同构成的, 其中地表水环境包括河流、湖泊、海洋、冰川等, 地下水环境包括浅层与深层地下水、泉水。但水环境受到了严重的干扰与破坏, 造成了严重影响。

重金属指的是密度大于的金属, 主要包括金、银、汞、铁、铅、镉等, 其中汞、铅、镉等重金属会造成环

境污染。重金属的生物降解难度相对较大, 可能会通过水环境对人体健康造成威胁, 所以需要高度重视水环境重金属污染。

1.2 水环境重金属污染特点

污染源众多。水环境重金属污染来源相对较多, 所以水环境的污染较为严重。例如, 工业废气、废水、废渣; 农业农药、化肥; 生活垃圾、废水、排泄物; 医疗垃圾等废弃物与废水都会造成重金属污染, 如果直接将这些废弃物与废水排放至水环境中就会造成严重污染。

恢复难度大。重金属造成的污染较为严重, 水环境一旦被重金属污染就很难恢复到最初的状态。例如, 重金属进入到水环境中会破坏水环境的生态平衡, 导致水生生物无法正常生长, 且在治理后也会存在重金属元素残留。

1.3 水环境中重金属污染的危害

水体中的重金属通过饮用水、接触、食物媒介等多种渠道进入人体后, 会与人体内的蛋白质相结合, 使蛋白质的空间结构发生改变, 其活性也会受到一定程度的影响, 进一步对人体造成不可逆转的伤害。最可怕的是, 微量的重金属元素能溶解在水中, 且因剂量微小不易被察觉, 进入人体各个器官后难以代谢和外排, 就会在人体不断积累, 导致人体长期慢性中毒, 对人类的生命和健康造成了很大威胁。其中, 铅对人体的影响最大, 会影响人体的神经系统、造血和生殖机能等, 在人体内的半衰期长达4年; 砷、汞、镉、铬等其它重金属可以在人体的内脏组织中沉积, 造成各种器官组织的损伤甚至导致人体死亡。尽管水环境可以通过水生生物对一

些重金属污染物质实现降解净化,但当重金属浓度过高时,这些生物自身也会受到伤害,从而使其水体自净能力降低或彻底丧失,最后造成生态圈的破坏。

2 水环境中重金属污染现状

水环境主要由地下水、大气水和地表水构成,地表水又包括河流、湖泊、水库、海洋及工业用水、排放水和生活排放污水等。我国人口众多,而且居住的密度较大,近年来,由于工、农业发展迅速,工、农业生产和日常生活中排放的含重金属废水、废气经由地表水和大气降水在水环境中不断进行传递和扩散。同时,由于我国湖泊河流的网络和地下水系的脉络四通八达,所以水体一旦被污染,就会很快向周边扩散。因此,我国水环境中重金属污染的范围较广,加之我国污水集中处理率较低,各级污水处理厂的污水处理能力参差不齐,更伴随着各地日趋严重的面源污染,造成了我国目前不同水系、湖泊和地下水普遍存在不同程度、多种类型重金属污染的现状,总体监测结果极不乐观。

我国相关环境监测部门对作为饮用水源地的河流、湖泊和水库进行监测发现,在这几类地表水体中,汞、铬和铅的污染较为常见,其他重金属对地表水饮用水体的污染相对较少,但其超标现象也不容忽视,全国几乎80%的水环境都遭受着不同程度的重金属污染,国内不同区域内的地表水、地下水中重金属污染种类、污染程度直接与流域内城市发展和工厂“三废”排放呈现正相关,水体重金属污染已经逐步对生态环境和人体健康造成了严重地威胁。

3 重金属检测技术在水环境检测中的应用

3.1 比色传感器检测技术

比色法是常用的对比方法,可以通过待检物的颜色进行分析。比色传感器检测是在比色法的基础上通过传感器进行光源的采集、处理与对比。在水环境检测中应用比色传感器检测法可以通过金属有机框架化合物等传感介质进行重金属离子与阴离子检测。第一,重金属离子检测。水环境中可能会存在铬离子、汞离子等重金属离子,可以利用比色传感器检测这些重金属离子。例如,在检测铬离子时可以将氧化铈纳米棒当作有机配体并判断传感器是否显示蓝色,若显示蓝色就说明存在铬离子;在检测汞离子时可以将复合纳米材料当作传感介质并判断传感器是否显示蓝色或将铈离子基当作传感介质并判断传感器是否为红色。第二,阴离子检测。水环境中大量的阴离子,例如磷酸根离子、氟离子、硫酸根离子等,其中部分阴离子具有危害型,所以在检测重金属时可以同时检测阴离子。例如,在检测磷酸根离子时

可以通过氧化态铈和铈双金属构建复合比色通道,之后根据传感器的颜色判断阴离子的类型,即若传感器显示蓝色就说明是活性磷酸根离子,若显示绿色就说明是抑制磷酸根离子;在检测氟离子时需要将二羧基基本硼酸当作有机配体,并将比色传感器与化学试剂盒结合起来,判断试剂盒是否为绿色,如果是绿色就说明水环境中含有氟离子;在检测硫酸根离子时需要利用苯二甲酸构建比色通道,之后根据传感器的颜色判断硫酸根离子的含量。

3.2 荧光传感器检测技术

荧光传感器检测是较为有效的检测技术,可以根据传感器与待检物之间的荧光信号变化情况进行定量分析,所以可以利用荧光传感器检测水环境中的重金属离子。首先,部分水环境中存在铜离子,而铜离子遇到磷酸三会产生强烈反应,所以可以通过磷酸三检测水环境中的铜离子并判断荧光传感器是否存在淬灭现象,若存在就说明含有铜离子。其次,可以利用合成后修饰法制作荧光传感器专用探针,并利用探针进行铁离子检测,若探针存在淬灭反应就说明水环境中含有铁离子。此外,可以在金属有机框架化合物中添加适量的硫酸根离子,之后通过化学试剂盒检测铬离子与汞离子,若传感器出现淬灭现象就说明存在铬离子,若出现荧光强度增加现象就说明存在汞离子。

3.3 电化学传感器检测技术

电化学传感器可以准确分析待检物的电流、电压、电信号等参数并根据参数分析结果分析待检物。不同重金属的电化学性质不同,所以可以利用电化学传感器检测水环境中的重金属。第一,利用电流型电化学传感器检测重金属。电流型电化学传感器可以通过电极将外界化学量转变为电流信号并通过溶出伏安法进行检测。常用的溶出伏安法包括阳极溶出伏安法与阴极溶出伏安法,需根据实际情况选择合适的方法。首先,阳极溶出伏安法指的是电解富集时工作电极为阴极,溶出时向阳极方向扫描,具有较强的灵敏性与准确性。在利用这种方法检测水环境重金属离子时需要先通过电位作用将待测离子还原富集在工作电极上,之后向正电位扫描并获取伏安曲线。例如,可以将汞膜电极当作工作电极并测定镉离子、铅离子以及铜离子,最终获取阳极溶出伏安曲线。其次,阴极溶出伏安法指的是待测物在正电位下形成难溶膜状物并富集在固体电极或静汞上,之后向负电位扫描。可以利用这种方法检测水环境中的铁离子等重金属离子,为水环境重金属污染控制奠定基础。第二,利用电位型电化学传感器检测重金属。电位型电化学传感器可以通过电极将外界的化学量转变为电位信号

并通过离子选择性电极法、溶出计时电位分析法等手段进行检测。首先,离子选择性电极法可以直接通过电极检测重金属离子。在一定强度下,离子选择性电极的电位与重金属离子的活度对数呈线性关系,所以可以利用离子选择性电极、参比电极以及电位差计测定重金属离子浓度。例如,可以利用席夫碱配合体检测水环境中的铬离子。其次,计时电位溶出分析法是先施加一定的电压,使重金属离子电解富集到电极上,之后利用溶液中的物质使重金属发生氧化反应,从而定量被富集的金属量。不同重金属的检测方法不同,例如可以利用嵌入式碳纳米管钼膜玻碳电极计时电位溶出法测定水环境中的镉离子。

3.4 生物传感器检测技术

在生物科技不断发展的过程中,生物传感器在水环境重金属检测中的应用越来越广泛。常见的生物传感器有酶传感器、微生物传感器以及特异性蛋白生物传感器等,这些传感器都具有操作简单、灵敏度高等特点,可以快速检测水环境中的汞、铜等重金属元素。在应用该检测技术时需要选择合适的传感器,增强检测结果的准确性。例如,葡萄糖氧化酶生物传感器可检测水环境中的铜、汞等重金属离子,所以可利用这一传感器检测水环境中的铜、汞等元素。

3.5 电感耦合等离子体质谱法

电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)是一种较为普遍的质谱联用检测技术,该分析技术结合了ICP的高温离子特性以及质谱仪的快速扫描特性。首先采用电感耦合激发待测样品,利用高温电离使样品汽化而分离,然后通过质谱仪生成样品的质谱图,随后使用质谱方法进行定量检测,通过分析质谱图得出样品中所含的重金属元素。利用该方法测得的图谱易于分析、检测精度高、重复性较高,可以进行超痕量重金属元素的分析,因此被认为是超痕量重金属元素最有效的检测技术之一。

3.6 其它新型检测方法

激光诱导击穿光谱法(LIBS),又称为激光诱导等离子体光谱技术,是发射光谱分析法的一种。该方法的检测过程是首先通过高能激光聚焦到目标表面将其烧蚀成等

离子体,然后在等离子体冷却膨胀过程中发射出各个元素电离形成的一系列谱线,最后通过采集这些谱线并对其数据进行分析,得出所含的元素及其相应的浓度。

激光诱导击穿光谱法较前面几种常见的光学检测方法具有很多优势,首先,该方法可以实现实时测量,不需要取样、制备等复杂的预处理便可以直接检测;其次,因为该方法属于原子发射技术,所以可以同时检测几乎所有的元素;再次,因为测量过程是采用激光来激发样品,同时检测过程中也是检测等离子体的光信号,因此理论上可以检测较远位置的样品,实现远距离检测;最后,该方法工作环境简单、体积小、分析速度快,因此非常适用于现场检测等。正因为以上这些优点,使该方法成为目前最有前景的光谱检测手段,在海洋重金属检测等多个领域发挥着重要作用。

结语

综上所述,水环境中的重金属污染是目前一个严峻且亟待解决的问题,人们必须要高度重视。虽然水环境重金属污染的检测方法有很多,传统的检测方法已经无法满足新标准限值对于水环境中重金属的检测需求,因而需要在实践中不断探索化学和生物等不同学科的融合检测方法,实现由单一检测手段转变为多种新型技术相结合的检测技术,发展简单、快速、便携式检测系统已成为未来的发展趋势。因此,在实际应用中,工作人员必须要选择并发展科学合理的检测方法,进一步加强对水资源的检测、保护和利用。

参考文献

- [1]张哲辉.水环境重金属污染现状及其评价[J].皮革制作与环保科技,2022,3(11):94-96.
- [2]王蕾.重金属检测技术在环境水质分析中的应用探讨[J].皮革制作与环保科技,2022,3(5):9-11.
- [3]刁维萍,倪吾钟,倪天华,等.水环境重金属污染的现状及其评价[J].广东微量元素科学,2004,11(3):1-4.
- [4]李瑛.土壤环境中重金属铬污染现状及智能监测方法[J].石化技术,2021,28(11):152-153.