

# 环境水质检测中重金属检测技术的探讨

芦朋

河北省廊坊水文勘测研究中心

DOI:10.12238/hwr.v8i10.5778

**[摘要]** 水质安全直接关系到人类健康与生态平衡,其中重金属污染因其难以降解、易累积且毒性强的特点,成为水质监测的重点。随着工业化、城市化进程的加速,重金属污染问题日益严峻,对水质检测技术的要求也越来越高。基于此,本文探讨了环境水质检测中的重金属检测技术,以期为精准、高效地监测和防控环境水质中重金属污染提供相关的技术参考依据。

**[关键词]** 水质检测; 重金属; 检测技术; 环境检测

中图分类号: TU991.21 文献标识码: A

## Discussion on Heavy Metal Detection Technology in Environmental Water Quality Testing

Peng Lu

Hebei Langfang Hydrological Survey and Research Center

**[Abstract]** Environmental water quality safety is directly related to the balance of human health and ecology, among which heavy metal pollution has become the focus of water quality monitoring because of its difficult to degrade, easy to accumulate and strong toxicity. With the acceleration of industrialization and urbanization, the problem of heavy metal pollution is becoming increasingly serious, and the requirements for water quality detection technology are also becoming higher and higher. This paper discusses the heavy metal detection technology in environmental water quality detection, in order to provide relevant technical reference basis for accurate and efficient monitoring and prevention and control of heavy metal pollution in environmental water quality.

**[Key words]** water quality testing; heavy metal; detection technology; environmental testing

重金属是水质污染的主要来源之一,如果环境水质中的重金属含量超标,不仅会对水生生态系统造成破坏,影响生物多样性,还会通过食物链进入人体,引发一系列健康问题,因此,开展环境水质检测,特别是重金属检测,是保障饮用水安全、维护生态平衡、预防疾病传播的重要措施。探讨环境水质检测中的重金属检测技术,通过准确、快速地检测水质中的重金属含量,可以及时发现污染源,采取相应措施进行治理,更好保护公众健康,促进可持续发展<sup>[1]</sup>。

## 1 环境水质重金属污染的现状

随着工业化和城市化的加速发展,重金属污染已成为全球性的环境问题。重金属如铅、汞、镉、铬等,由于其难以降解和易在生物体内积累的特性,对水质安全构成了严重威胁。在我国,重金属污染问题已成为水质安全的重大挑战,尤其是河流、湖泊和水库等自然水体作为地表水源的重要组成部分,正面临着重金属污染日益加剧的威胁。环境水质中的重金属污染物主要源自一系列人为活动,包括但不限于工业废水排放、废气沉降、农药和化肥的广泛使用,以及采矿作业等。比如长江三峡库区江段

沉积物中的重金属元素含量显著上升,这一变化与上游泥沙携带的重金属以及沿江城市、工厂排放的“三废”密切相关,这些污染物在河流中迁移、转化并沉积,对水质造成了长期且深远的影响。此外,一些重要的淡水湖泊也面临着重金属污染的严峻挑战,比如太湖,太湖沉积物中的重金属元素。

需要注意的是,重金属污染不仅影响水质,还可能对土壤和地下水造成二次污染,形成更为复杂的污染体系。因此,加强环境水质检测中的重金属监测,准确评估污染程度和范围,对于制定有效的治理策略、保障水质安全和人类健康至关重要。

## 2 现代环境水质检测中重金属检测技术介绍和分析

### 2.1 荧光法

荧光法是环境水质检测中重金属检测的常用方法之一,主要是基于重金属物质在特定条件下能发出特定荧光的特点对重金属离子进行的灵敏检测。在实际应用中,荧光法主要包括原子荧光光谱法和分子荧光光谱法,其中原子荧光光谱法是通过测量待测元素的原子在特定辐射能激发下所产生的荧光发射强度,从而确定待测元素的含量,这种检测方法具有操作简便、灵敏度

高、选择性好等优势,特别在痕量重金属的检测中能够发挥较好的作用。而分子荧光光谱法则是基于重金属离子与某些有机荧光染料发生络合反应后,荧光性质发生改变来进行检测的,这种方法同样具有高灵敏度和高选择性的特点,且能够实现多种重金属离子的同时检测。在环境水质监测中,荧光法可以快速准确地检测出水中微量的重金属离子,如汞、铅、镉等,为水质安全提供了有力的保障,但是荧光法也存在一定的局限性。例如,某些重金属离子可能不具备荧光特性,或者其荧光信号容易受到其他物质的干扰,从而影响检测的准确性。因此,在应用荧光法进行重金属检测时,需要综合考虑样品的前处理、荧光染料的选择以及检测条件的优化等因素,以提高检测的准确性和可靠性<sup>[2]</sup>。

## 2.2 电化学分析检测法

电化学分析法是基于电化学原理,利用重金属离子在电化学体系中的氧化还原反应,通过施加一定的电位或电流,使重金属离子在电极表面发生沉积或溶出,从而测量出重金属离子的浓度。其中,阳极溶出伏安法(ASV)是环境水质重金属检测中最常用的一种电化学分析法,主要是通过电位施加的方式先将欲分析的金属化学物质集中到一固定的微型电极表面,再对工作电极进行扫描,根据电流-电压曲线判断溶液中所含金属离子的种类和浓度。在环境水质重金属检测中电化学分析法具有设备简单、操作方便、灵敏度高、选择性好等优点。电化学分析检测法具有检测设备小巧、样品用量少、操作简单、成本低廉,且对使用者技术、操作环境要求低的优点,但是在检测过程中可能会受到溶液浓度、温度等因素的影响,导致检测结果出现偏差。

据有关资料显示,电化学分析法在湖南省的湘江流域水质重金属检测中发挥了积极作用,在湘江流域的水质监测中,阳极溶出伏安法成功检测出了水样中的铅、镉、汞等重金属离子,并准确测量了它们的浓度。另外,通过测量滴定过程中电位的变化,可以确定水样中重金属离子的含量也是一种常用的重金属检测方法。

## 2.3 电感耦合等离子体质谱分析法

电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)分析法是一种高效、准确的重金属检测技术,它结合了电感耦合等离子体的高温电离特性和质谱仪的高灵敏度、高分辨率的特点,能够同时检测多种重金属元素,且检出限极低,适用于痕量及超痕量分析。在重金属检测领域,电感耦合等离子体质谱分析法具有显著优势。首先,其动态线性范围宽,能够覆盖从痕量到较高浓度的重金属元素检测,满足多种样品的分析需求。其次,电感耦合等离子体质谱的准确度高,误差小,能够提供可靠的分析结果。另外,该检测方法还具有快速扫描能力,能够同时检测多种元素,提高分析效率。在环境水质监测中,电感耦合等离子体质谱分析法可以准确测定饮用水、海水等水体中的重金属元素含量,及时发现水质污染问题。

例如受到工业化发展的影响,珠江水系支流可能受到重金

属污染,为了评估该水体的污染程度,广东省环保部门采用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)分析法对该支流的水质进行了重金属检测,从珠江水系支流的不同河段采集水样,对采集的水样进行过滤、酸化和稀释处理,以去除悬浮物、有机物等杂质,并调整水样的酸度,使其适合ICP-MS检测。然后使用ICP-MS仪器对处理后的水样进行检测,通过射频等离子体激发水样中的原子,使其电离成离子,然后通过质谱仪对离子的质量和相对丰度进行测定,从而确定水样中重金属元素的种类和浓度。根据检测数据,计算水样中重金属元素的含量,并与国家水质标准进行比较,评估水质污染程度,经过ICP-MS检测,发现珠江水系支流的水质中存在多种重金属元素超标现象,中,铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)等元素的含量远高于国家水质标准,这一结果引起了环保部门的高度重视,并立即启动了水质治理工作。

## 2.4 液相色谱分析法

液相色谱分析法作为一种高效、精确的检测手段,在环境水质重金属检测中发挥着重要作用。该方法通过特定的色谱柱和检测器,以实现对含重金属的样品进行定量或定性分析,在环境水质检测中,液相色谱分析法能够准确、快速地检测出水中所含的重金属元素。其基本原理是将待测物质与移动相(溶液)以一定的速度通过填充在管柱中的固定相(如反相色谱柱)进行分离,然后通过检测器对分离出的物质进行检测。这种方法不仅可以有效分离出水体中的重金属元素,还能准确测定其含量,为水质评估提供有力支持。

在重金属检测中液相色谱分析法还具有操作简便、样品处理简单等特点。在实际应用中,只需将水样进行适当的预处理,即可直接进行检测,大大节省了检测时间和成本。同时,该方法对样品的破坏程度小,能够保留样品的原始信息,提高了检测的准确性。但是虽然液相色谱分析法在环境水质重金属检测中具有诸多优点,但其灵敏度仍存在一定的局限性。为了进一步提高检测的准确性,可以将液相色谱分析法与其他技术相结合,如电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)等,以实现更灵敏、更准确的检测<sup>[3]</sup>。

比如鄂州地区在水质监测中应用了液相色谱法,该技术通过精细调控流动相与固定相之间的相互作用,实现了对水样中微量有机污染物的精准分离与定量分析,通过这一技术不仅能够高效识别并定量诸如多环芳烃类(如苯并芘)、酚类化合物(如苯酚)、多氯联苯(PCBs)等具有显著环境毒性和生物累积性的污染物,还能有效区分同分异构体,提高了检测的准确性和特异性。鄂州地区环保部门通过引入液相色谱分析法,显著提升了水质监测的效率和精度,确保了水质数据的真实可靠。另外,液相色谱分析法的应用不仅限于常规监测,还能够在突发环境污染事件应急响应中发挥关键作用,能够迅速锁定污染源,为及时采取应对措施提供科学的依据。

## 2.5 X射线荧光光谱法

X射线荧光光谱法在环境水质重金属检测中展现出独特优势,成为当前水质监测领域的一项重要技术。该方法利用X射线

激发样品中的原子,使其内层电子跃迁并释放出特征X射线,通过测量这些特征X射线的能量和强度,即可确定样品中重金属元素的种类及含量。

在环境水质监测中,X射线荧光光谱法有非破坏性、快速响应和高灵敏度的优点,它不仅能够实现对多种重金属元素如铅、镉、铬、汞等的同时检测,还能在极低的浓度范围内准确识别出这些元素的存在,这对于及时发现和评估水质中的重金属污染,以及制定相应的治理措施具有重要意义。另外,X射线荧光光谱法能够直接对水样进行分析,无需繁琐的样品处理过程,从而大幅缩短了检测周期。同时,X射线荧光光谱法还具有较低的检出限,能够检测到极低浓度的重金属元素,为水质监测提供了更为灵敏和可靠的手段。随着便携式XRF设备的发展,X射线荧光光谱法在现场监测和应急响应中也具有显著优势,为水体环境重金属污染事故的及时应对提供了有力支持。X射线荧光光谱法在工业发达、水污染风险较高的区域,以及需要保护水源地和生态敏感区的地区的重金属检测中有着广泛的应用。

据有关资料显示在太湖水质检测中,X射线荧光光谱法发挥了重要作用。太湖是我国东部的一个大型淡水湖,位于江苏省和浙江省交界处,是周边地区重要的水源地。然而,随着工业化和城市化的快速发展,太湖水质面临重金属污染的威胁。为了保障饮用水安全和生态环境健康,江苏省环保部门决定采用X射线荧光光谱法对太湖水质中的重金属进行检测。环保部门在太湖的不同区域采集了水样,并通过过滤、酸化等进行了适当的预处理,利用X射线荧光光谱仪对预处理后的水样进行检测,X射线激发水样中的重金属原子,使其释放出特征X射线,通过测量这些特征X射线的能量和强度,可以确定水样中重金属元素的种类和含量。经过检测,发现太湖水质中存在一定程度的重金属污染,主要集中在某些工业区和城市近岸区域。其中,铅、镉等元素的含量超过了国家标准。根据检测结果,环保部门制定了针对性的治理措施。包括加强工业废水排放监管、推广环保技术和设备、加强水质监测和信息公开等。同时,还启动了太湖生态修复工程,

恢复水生生态系统的自我净化能力。

### 3 环境水质检测中重金属检测技术的发展前景

未来随着相关信息化技术在水质检测中的融合应用,将显著提升重金属检测技术的效能,比如传感器技术的革新,使得重金属检测仪器能够实时、连续地监测水质,其高灵敏度与选择性确保了检测结果的精确性。例如,新型电化学传感器能迅速响应并捕捉水体中微量重金属的变化,大大缩短了检测周期。而人工智能技术的融入,则通过机器学习算法优化数据处理流程,自动识别并排除干扰因素,提高了检测数据的准确性。同时,AI还能预测重金属污染趋势,为治理策略的制定提供科学依据。此外,基于云计算的数据共享平台,促进了检测数据的跨地域、跨机构共享,加速了水质检测行业的智能化转型,降低了人力成本,提升了整体检测效率与服务质量。

### 4 结语

现如今,重工业对我国经济可持续性发展具有很强的推动作用,不过重金属污染也同样污染了我国整体的环境,此时重金属的检测渐渐成为一项重要的环境治理手段。环境水质中重金属检测技术的应用要根据具体情况灵活选择,在提升检测精度与效率的同时,为及时预警、精准治理重金属污染提供有力支撑。

### [参考文献]

- [1] 鲁宪.环境水质检测中重金属检测技术的探讨[J].皮革制作与环保科技,2023,4(17):58-60.
- [2] 丁健.环境水质分析中重金属检测技术探讨[J].资源节约与环保,2015,(11):1-2.
- [3] 高素青.重金属检测技术在环境水质分析中的运用[J].冶金管理,2023,(1):76-78.

### 作者简介:

芦朋(1991--),男,汉族,河北省廊坊人,本科,河北省廊坊水文勘测研究中心,工程师,从事水文水资源研究工作。