

# 原子荧光法测定水体中汞时常见问题分析

徐琛

新疆维吾尔自治区阿勒泰生态环境监测站

DOI:10.12238/eep.v7i4.2020

**[摘要]** 汞是一种有毒重金属,对人体和环境有严重的危害。因此,准确测定水体中汞的含量对于环境保护和人类健康至关重要。原子荧光法是一种常用的测定水体中汞的方法,具有高准确性和灵敏度的优点。然而,在实际应用中,仍然存在一些常见问题需要解决。基于此,本文对原子荧光法测定水体中汞时常见问题进行分析,以供参考。

**[关键词]** 原子荧光法; 测定; 水体; 汞; 常见问题

**中图分类号:** TL271+.5 **文献标识码:** A

## Analysis of common problems in the determination of mercury in water by atomic fluorescence method

Chen Xu

Altay Ecological Environment Monitoring Station in Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** Mercury is a toxic heavy metal that poses serious harm to human health and the environment. Therefore, accurate determination of mercury content in water is crucial for environmental protection and human health. Atomic fluorescence method is a commonly used method for determining mercury in water, which has the advantages of high accuracy and sensitivity. However, in practical applications, there are still some common problems that need to be solved. Based on this, this article analyzes common problems in the determination of mercury in water by atomic fluorescence method for reference.

**[Key words]** Atomic fluorescence method; Measurement; Water bodies; Mercury; Frequently asked questions

### 引言

原子荧光法是一种常用的水汞分析方法,可以快速和准确地测定水体中的汞含量。其原理是利用汞原子在特定波长下吸收特定能量的UV光,并发射出特定波长的荧光信号,通过测量荧光信号的强度来确定水体中汞的浓度。本文通过对常见问题的深入分析和研究,可以优化样品保存条件、选择合适的干扰物质处理方法,提高原子荧光法测定水体中汞的准确性和可靠性,为环境监测和水质评估提供更可靠的数据支持。

### 1 水体中汞的污染状况

#### 1.1 汞的来源

(1) 工业排放: 在许多工业过程中使用的化学物质和燃煤等都可能含有汞,当这些物质被使用或燃烧时,汞会释放到大气中。燃煤、燃油或其他化石燃料的电厂是汞排放的主要来源之一。在燃烧过程中,燃料中含有的汞会以气态形式进入烟气中,并通过烟囱排放出来。许多化工工艺需要使用汞作为催化剂或反应中间体,这些化工厂在生产过程中可能会释放汞。一些工矿企业选矿废水、尾矿库废水中含有汞,这些水不能外排,但或因人为因素或自然因素导致泄漏至外部环境中,引发自然环境水体污染的应急事件。(2) 农药使用: 某些农药中含有有机汞,农

田灌溉和农药使用会导致有机汞进入水体。另外,养殖业的废水也可能含有有机汞。(3) 汽车尾气: 汽车尾气中的铅银合金催化剂中含有密度较高的元素汞,通过尾气排放进入大气和水体。(4) 自然界释放: 地球内部的地壳岩石中含有汞,地壳运动、火山喷发等自然过程可能释放大量汞,进入水体。

#### 1.2 汞污染的影响

汞污染是一种严重的环境问题,它对人类健康和生态系统造成广泛而深远的影响。汞是一种有毒的物质,长期暴露于汞污染的环境中会对人类健康产生严重影响。吸入或摄入过量的汞可能损害中枢神经系统,导致记忆力减退、注意力不集中、情绪波动等神经行为异常。特别是儿童和胎儿对汞的影响更为敏感,可能导致智力下降和神经发育受损。另外,水体是生态系统的重要组成部分,汞污染对水生生物和其食物链产生广泛的生态毒性。汞会在食物链中逐级富集,最终影响到顶级掠食者。这可能导致生物多样性减少、生态系统功能受损,破坏生态平衡。此外,汞污染对水产养殖业造成严重的经济损失。汞可以富集在鱼、贝类等水产品中,超出安全限值的汞含量使得水产品陷入不可销售的境地,给养殖业带来巨大的损失。

### 2 原子荧光法的基本原理

## 2.1 原子激发和荧光发射

在原子荧光法中,原子激发是将待测样品中的金属元素,比如汞,转化为气态原子或原子离子的过程。常用的原子激发方法有电热蒸发、火焰和等离子体等。例如,在电热蒸发过程中,样品经加热蒸发形成气相,然后通过射入火焰或等离子体中使其电离,生成气态原子或原子离子。荧光发射是原子激发后产生的现象。当外加能量(如电磁辐射)激发了气态原子或离子后,它们的电子会跃迁到较高能级。而当电子从高能级返回到基态时,会放出特定波长的光,即荧光发射。不同金属元素具有独特且可识别的荧光发射光谱,这使得我们可以根据荧光光谱来确定样品中金属元素的种类及其相对浓度。荧光发射的强度与金属元素的浓度成正比。因此,通过测量荧光信号的强度,我们可以推断样品中金属元素的浓度。荧光信号的测量一般使用荧光光谱仪进行,该仪器能够分析并记录样品产生的荧光光谱。荧光光谱仪可以分辨不同波长的荧光光线,并测量每个波长的强度。

## 2.2 荧光信号的测量与分析

荧光信号的测量是原子荧光法中的关键步骤。在荧光光谱仪中,样品经过激发后,会产生一系列荧光光线,每条光线对应一个特定的波长。荧光光谱仪通过光栅或其他色散元件将不同波长的光线分离,并使用光电探测器测量荧光光线的强度。通过测量不同波长的荧光光线的强度,我们可以获得一个荧光光谱图。在分析荧光信号时,常用的方法是选择具有特征性的波长进行分析。通过比较标准样品和待测样品所产生的荧光信号强度,可以确定待测样品中汞元素的浓度。为了提高准确性,通常使用一条标准曲线来校准荧光光谱仪。标准曲线是通过使用已知浓度的标准样品多次测量并建立的,它将样品荧光信号强度与浓度之间的关系表示出来。为确保结果的准确性和可靠性,还需要进行质量控制。这包括使用合适的质控样品进行日常检测和定期的仪器校准。

## 2.3 校准和质量控制

在原子荧光法中,校准是确保测量结果准确性的重要步骤。校准是通过使用已知浓度的标准样品来建立浓度与荧光信号强度之间的关系曲线。一般而言,至少需要三个或更多不同浓度的标准样品进行校准。标准样品的浓度应覆盖待测样品中金属元素的预测浓度范围。通过绘制标准曲线,可以根据待测样品的荧光信号强度确定其汞元素的浓度。质量控制也是确保分析结果准确性和可靠性的重要环节。质量控制包括多次测定标准样品以评估方法的精密度和准确性,并进行影响结果的因素分析。同时需要定期检查仪器的性能,如光源强度、灵敏度和准直性等。此外,操作人员应接受专业培训,严格按照操作规程进行实验,避免人为误差的引入。通过校准和质量控制,可以提高原子荧光法测量结果的准确性和可靠性。

## 3 原子荧光法测定水体中汞时常见问题分析

### 3.1 样品前处理方法的选择

不同水体样品中的汞通常以不同的形态存在,如溶解态汞、

粒子态汞等。不同形态的汞需要采用不同的前处理方法进行处理,以提高测定结果的准确性。因此,关键问题是如何确定水体中汞的形态,并选择合适的前处理方法。另外,选择不同前处理方法可能会对汞的测定结果产生影响。例如,浓缩方法可能会导致样品中其他干扰物质的积累,从而影响汞的测定结果。因此,需要评估不同前处理方法对汞分析结果的影响,并选择对结果影响较小的方法。对于特定样品,某些前处理方法可能不适用或不可行。例如,溶解态汞的水样,无机汞可以直接用酸溶解或通过氧化还原反应将其还原为元素态汞。有机汞(如甲基汞)可以通过溶剂萃取、气相色谱等方法进行前处理。需要注意的是,不同前处理方法可能会对结果产生影响,因此在选择前处理方法时,应进行合适的实验验证和比较。此外,对于特殊样品,如高盐度水体,可以考虑使用离子交换树脂等适当的方法来处理。

### 3.2 样品保存条件的优化

由于汞是一种易挥发的金属,尤其在高温条件下更容易挥发。因此,在样品保存过程中,可能会因挥发而导致汞含量的损失。这会影响到测定结果的准确性。关键问题是如何在保存过程中防止汞的挥发,以保留样品中的汞含量。同时,汞在水中容易被氧气氧化为汞离子。特别是在存在氧气的情况下,汞的氧化速率会加快。这会导致汞形态的改变,从而影响测定结果的准确性。此外,长时间保存样品可能会导致汞的挥发和氧化的进一步发生。这会使汞含量进一步降低,从而影响测定结果的准确性。在实际应用中,关键问题是如何选择适当的保存时间,以保证汞含量的稳定性。比如:在水样为中性时,每1升水样中加浓盐酸10毫升。

### 3.3 干扰物质的处理

水体中汞含量的测定面临干扰物质的处理问题。水体中可能存在其他金属离子,如铜、铅等。这些金属离子在测定过程中可能与汞形成络合物,导致汞的荧光发射强度降低或荧光光谱发生偏移。这种干扰会导致汞含量被低估。另外,水体中存在的有机物,尤其是腐植酸类物质,可能与汞形成络合物,并改变其荧光特性。这种干扰可能导致汞的荧光发射强度减弱或光谱发生偏移,使得汞含量被高估。此外,水体中可能还存在悬浮固体颗粒,如粉尘或沉积物等,这些颗粒可能在荧光测量中产生背景干扰信号。这些干扰会影响汞荧光信号的准确测量。

## 4 原子荧光法应用的优化措施

### 4.1 样品预处理和样品选择

在原子荧光法测定水体中金属元素时,适当的样品预处理和样品选择是确保准确测定的重要步骤。首先,样品预处理可以减少干扰物质对测定结果的影响。对于含有悬浮物和颗粒物的水体样品,必要时可以使用过滤装置或离心仪进行净化,去除悬浮固体和颗粒物,以降低背景信号的干扰。此外,还可以采用吸附剂、离子交换树脂等方法,将可溶性金属离子从溶液中分离或浓缩,以提高测定的灵敏度和准确性。对于有机物干扰,可以选择适当的方法进行样品预处理,如混合溶液的预处理、溶剂萃取或色谱分离等,以减少有机物对荧光信号的干扰。正确的样品

预处理和样品选择将降低干扰物质对分析结果的影响,提高测定准确性和可靠性。

#### 4.2 校准和质量控制

校准和质量控制是确保原子荧光法测定水体中汞元素准确性和可靠性的关键措施。校准是根据已知浓度的标准溶液建立浓度与荧光信号之间的关系曲线。应使用多种浓度的标准溶液进行多点校准,覆盖待测样品的浓度范围。在校准过程中,重复多次测量,计算平均值和标准偏差,以确定校准曲线的可靠性和准确性。校准曲线可用于后续测量中未知样品的浓度计算,从而确保测定结果的准确性。质量控制是确保分析结果可靠性和稳定性的重要环节。可以使用质控样品进行日常检测,以评估方法的精密度和准确性。同时,定期检查仪器的性能参数,如光源强度、检测器灵敏度和准直性等,并进行仪器校正操作。通过合理的质量控制措施,可以降低实验误差的影响,提高测定结果的可靠性。校准和质量控制是确保原子荧光法测定水体中汞元素准确性和可靠性的基础,应贯穿于整个测定过程中。

#### 4.3 干扰校正

原子荧光法是一种常用的汞分析方法,但在实际应用中可能会遇到干扰校正的问题。需要调整原子吸收光谱仪的参数以提高分析准确性。这包括优化放电灯电流、波长和自动增益控制等仪器参数。通过仔细校准仪器,可以减小背景噪声并提高信号质量,从而降低干扰的影响。还可以在样品中加入已知含量的内标元素进行干扰校正。内标元素与待分析元素具有相似的化学行为和分析条件,因此可用于评估和校正干扰。通过同时测量内标元素的信号并进行校正计算,可以减小干扰对结果的影响,提高测定精度和准确性。另外,建立相应的标准曲线来校正干扰。需要使用一系列不同浓度的标准品进行测定,在确定汞浓度的同时,测定干扰物质的信号,并绘制标准曲线。该曲线将用于计算样品中的汞浓度,并考虑到干扰的校正。此外,根据不同样品校正系数的差异,对汞含量进行校正。该方法基于不同样品中干扰物质对汞分析结果的影响程度的差异。通过测定一系列含有不同浓度干扰物质的样品,并与没有干扰的标准样品进行比较,得出校正系数,再将该系数应用于实际样品的测定中,可有效消除干扰。

#### 4.4 仪器和操作条件优化

仪器和操作条件的优化也是提高原子荧光法测定水体中汞元素准确性和可靠性的关键方面。首先,必须验证仪器的性能参数,如灵敏度、准直性和线性范围等,以确保仪器处于良好状态。另外,操作条件的优化对于获得准确的测定结果至关重要。包括样品处理温度、时间、酸度等操作参数的选择与优化。在选择分析方法时,应考虑到所需的最佳条件,如火焰原子荧光法、电感耦合等离子体发射光谱法或原子吸收光谱法等,以满足样品特性和目标物质的分析需求。通过仪器和操作条件的优化,可以提高测定的准确性和可靠性,进一步保证原子荧光法在水体中汞元素含量测定中的应用效果。

#### 5 结束语

综上所述,通过对原子荧光法测定水体中汞时常见问题的分析,我们可以解决在实验中可能遇到的困难,提高测量的可靠性和精确性。然而,为了获得更可靠的结果,我们还应密切注意其他可能影响测量的因素,如环境干扰和仪器稳定性。只有综合考虑和解决这些问题,才能获得准确的汞含量数据,为环境保护和水质监测工作提供有效的支持。

#### [参考文献]

- [1]李寒,金德周,禹凤琳,等.原子荧光法测定水体中汞假阳性原因及对策[J].广东化工,2023,50(09):190-192+210.
- [2]尤斌.液相色谱-原子荧光光谱法测定环境水体中甲基汞和乙基汞的方法研究[J].干旱环境监测,2022,36(01):12-18.
- [3]刘冰冰,刘佳,张辰凌,等.氢化物发生-原子荧光光谱法测定环境水体中痕量锑[J].净水技术,2021,40(08):40-43+96.
- [4]戴睿,文长凤,杨丽.原子荧光法在测定水体中砷硒汞的应用研究及发展[J].能源与环保,2021,43(06):44-49.
- [5]刘景龙,吴巧丽.原子荧光光谱仪工作温度对水体中砷含量测定的影响[J].岩矿测试,2019,38(02):228-232.
- [6]陈平.原子荧光光谱法联合测定水体中汞、砷和硒元素的优化研究[J].化学工程与装备,2015,(07):234-238.
- [7]祝康.原子荧光法测定水体中汞时常见问题的分析与探讨[J].治淮,2009,(12):69-70.