

原子吸收分光光度法测定水中重金属含量的应用

崔军岗 马奋鹃

国能鄂尔多斯市神东检测有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017209

摘要: 目前工业废水在未经处理或是处理不达标的情况下, 直接排放到河流、土壤中, 会导致河流水、地下水中铜、铅、镉等重金属的含量超标。由于重金属很难降解, 进入人体后难以通过正常代谢排出, 长时间会引发蓄积性中毒, 包括手脚麻木、关节疼痛, 以及神经异常、癌症等。随着人们环保意识的不断提升, 做好水质检测工作、保障饮用水安全就成为一项重要工作。

关键词: 原子吸收分光光度法; 重金属; 样品处理; 灵敏度

Application of Determining Heavy Metal Content in Water by Atomic Absorption Spectrophotometry

Cui Jungang Ma Fenjuan

Guoneng Erdos Shendong Testing Co., Ltd. Erdos, Inner Mongolia, 017209

Abstract: At present, industrial wastewater is directly discharged into rivers and soil without treatment or substandard treatment, which will lead to the content of copper, lead, cadmium and other heavy metals in river water and groundwater exceeding the standard. Because heavy metals are difficult to degrade, it is difficult to discharge through normal metabolism after entering the human body, which will cause moderate accumulation for a long time, including numbness of hands and feet, joint pain, nerve abnormalities, cancer, etc. With the continuous improvement of people's environmental awareness, it has become an important job to test water quality and ensure the safety of drinking water.

Key words: Atomic absorption Spectrophotometry; Heavy metals; Sample processing; Sensitivity

前言: 伴随国内社会经济持续地进步发展, 人均生活品质逐步提升, 人类的活动导致环境中重金属的含量不断增加, 甚至超出正常范围, 从而危害人体健康和导致环境污染问题越发严重。因此强化重金属实际含量测定专项工作往往具有着极大的现实意义, 这与生态环境及人体健康往往息息相关。深入研究原子吸收的分光式光度计对重金属实际含量的测定专项工作具体实施至关重要, 需得到社会各界及相关专业人士的广泛关注与重视。

1 水中重金属的出现原因以及危害

水是最重要的资源之一, 人的生命需要水来维持, 水也是人类的工业生产等活动的重要原料。但正因为工业生产的参与和工业化程度的不断提高, 使得重金属等污染物进入了水中。水中的重金属有多个来源, 首先就是工业污染, 工业生产中的取水处一般为江河等天然水源, 而工业生产很容易产生废水, 这部分废水很容易进入天然水源中, 而废水中携带着浓度较高的重金属元素, 这些元素不会被自然降解, 因此会随着生活用水采集等过程而进入人的用水过程中。在进行水的运输时也存在重金属污染的可能, 水的输送管道如果受到了腐蚀或者老化生锈的情况也会产生游离的重金属离

子, 使水中的重金属含量超标, 因此, 在二次供水时也有可能由于设备问题而产生重金属污染^[1]。重金属元素无法通过自然过程降解, 也无法在人体内被分解, 重金属在人体内会和蛋白质和酶等物质发生反应使其失活, 影响人体的健康, 还会在人体器官内进行累积, 并造成中毒。重金属中毒轻则会导致恶心呕吐, 重则会导致急性肾衰竭、昏迷、肝炎, 甚至会导致死亡。水质监测部门必须要做好对水中重金属的测定工作, 提高检测的灵敏度与准确程度。

2 原子吸收分光光度计

原子吸收分光光度计主要由光源、原子化器、分光系统、检测系统四部分组成。光源可以发射待测元素的锐线光谱, 一般用空心阴极灯和无极放电灯。目前应用最普遍的原子吸收光源就是封闭性空心阴极灯, 空心阴极灯又分为单元素空心阴极灯、多元素空心阴极灯和高强度空心阴极灯。原子化器可分为火焰原子化器和石墨炉原子化器, 它可以将试样中的待测元素转变成原子蒸气。元素测定的灵敏度、准确度以及干扰在很大程度上取决于原子化的情况。分光系统由凹面反射镜、狭缝或色散原件组成。色散元件其基本组成部分是光栅用以筛选符合要求的辐射进入检测器, 对于不符

合需求的辐射则将其屏蔽在检测器外^[2]。检测系统由检测器（光电倍增管）、放大器、对数转换器和电脑组成，它可以 将光信号转换成电信号，再经放大、处理，由CPU及外部的 电脑分析、计算，最终在屏幕上显示待测样品中微量及超微 量的多种金属和类金属元素的含量和浓度。

3 原子吸收分光光度法的应用优势

相比于其他几种常用的测定方法，原子吸收分光光度法 在测定水中重金属元素含量中，表现出来的优势主要有以下 几点：首先，测定结果精度高。多数情况下，除非受到了严 重的污染，否则水中重金属元素的含量十分稀少。如果检测 精度不足，测量结果误差偏大，缺乏实际参考价值。综合实 践应用效果来看，该方法测量结果可以达到10-6g，即纳克 级别，完全能够满足水中重金属含量测定的精确度要求。基 次，可以支持多种金属元素的测定，除了对人体有危害的重 金属元素，如银、镍、铅外，像水中常见的钙、镁、铁等元 素，也可以用这一方法进行测定，适用范围更广。最后，所 需样品数量少，在检测实验中需要大量的样品，由于每次试 验都需要对样品进行预处理，无形中增加了工作量。而原子 吸收分光光度法所需样品少，每次只需0.1ml的水样品就可 以满足试验要求，操作更加方便^[3]。

4 原子吸收分光光度法测定水中重金属含量

4.1 原子吸收分光光度法的原理简述

原子吸收分光光度法（ASS）简称为原子吸收法，其原 理是使被测定元素的基态原子蒸汽化，并利用其蒸汽对共振 辐射特征谱线的吸收特性来对相应的元素进行定性以及定量 分析，又称为原子吸收光谱法。

4.2 原子吸收分光光度法的特点

与其他的元素检测法相比，原子吸收分光光度法拥有 如下的优点：一是灵敏度高，通过原子吸收分光光度法可以 使测定的元素达到纳克级的精确度。二是可测定元素的种类 多，可以测定包括大部分重金属元素在内的七十种元素。三 是消耗的样本量少，使用此方法进行测定所消耗的试样量较 少，一般而言每次测试只需要10微升的水样样品。四是操作 过程较为简便，大部分操作步骤都可以通过原子分光光度仪 自动完成，且原理简单，因此通过原子吸收分光光度法进行 水中重金属元素是非常有效且便利的^[4]。

4.3 样品前处理以及干扰的消除

对于较清洁的水样，澄清无悬浮物等，可以直接进行测 定。但是天然水样中含有有机物、悬浮物等干扰。这些干扰 可以利用灰化法、消解法对水样进行预处理。对于重金属元 素含量较低的水样，可以通过对待测样品进行富集处理，来 提高分析的准确度。在石墨炉原子吸收中，也可以利用氘灯 扣背景的方法，扣除背景干扰，提高检测的准确度。还可以 利用基体改进剂法。基体改进剂法是加入一种化学试剂使待 测元素变成难挥发的化合物，或者使干扰物质变成易挥发性 化合物，从而提高分析的准确度。

4.4 样品分析

分析样品所用的玻璃器皿等，需要在10%硝酸溶液中 浸泡24小时以上，用去离子水将器皿充分冲洗干净，以防止 污染水样。采用原子吸收分光光度法分析水样，可以手动进 样，或者采用自动进样器进样。对于火焰原子吸收而言，手 动进样分析更快捷，分析结果出来可以马上更换下一个水样 进行分析，但对操作者而言相对耗费体力。对于石墨炉原子 吸收分光光度法测定水中重金属含量的应用子吸收而言，手 动进样要求的精确度更高，往往每次使用进样枪进样都有稍 许差别，造成进样体积的误差^[1]。选择自动进样器进样分析 更精确。但自动进样器需要在操作界面设置动作，全部动作 完成所需的分析时间相对较长，自动进样器的位置一旦移 动，就需要重新设置进样针的旋转角度。在测定前仪器以及 待测元素灯需要一定的预热时间，才能进行稳定测试。预热 元素灯需要选择相应的特征波长。火焰原子吸收需要设定吸 收谱线、燃烧头高度、狭缝宽度、灯电流，调节乙炔气、助 燃气压力等。吸收谱线选择主灵敏线进行分析。石墨炉原子 吸收需要设置待测元素升温曲线、灰化温度等。设置过程要 根据不同的元素区别设置。在使用乙炔气体时，一定要确保 其压力处在正常的工作范围内，压力不足或异常时及时调整 或者更换气瓶，以保证安全。在使用火焰原子吸收时，要根 据具体情况选择贫燃或富燃火焰。分析时可根据长期实际水 样分析的经验浓度范围，配置适宜浓度范围的标准工作曲 线，来达到分析工作的要求^[2]。

5 实验测定中的注意事项

5.1 样品的预处理

水中重金属含量测定结果是否精确，与前期的样品预处 理是否到位有直接关系。例如，采集到的水样品中，如果含 有较多的沉淀物或悬浮物，直接送入分光光度仪进行测定， 会影响结果精度。因此在预处理环节，必须要将杂质处理干 净。若采集的水样品中，表面含有一层油状物，需要采取浸 提法进行油脂消解，避免在仪器分析过程中出现毛细管堵 塞而影响实验正常进行的问题。另外，如果实验中有多个样 品，每次进行样品预处理前，都需要更换新的容器，提高样 品预处理效果^[3]。

5.2 灵敏度不足

使用原子吸收分光光度法的测定结果，可以达到纳克级 别。但是在实际操作中，可能因为外界干扰、操作不当或是 其他原因，导致最终所得结果的灵敏度未能达到要求。为了 预防和解决此类问题，应注意做到：首先，要做好实验环境 的控制，确保实验环境符合水中重金属测定的需求。其次， 严格按照相关的试验规范完成操作，例如实验前应检查电 流是否稳定，如果电压、电流不稳，也会影响空心阴极灯 的光照强度，进而影响吸光度。最后，如果实验仪器使用 年限较长，应检查撞击球是否有污染问题，将棉球蘸一点无 水酒精，然后擦拭干净，才能获得精准的实验测量结果。

5.3 吸光度不稳定

吸光度不足,会导致测量含量低于实际值。反之,如果吸光度过高,容易导致两种或多种重金属元素的测定值出现混淆,无法正确判定水中重金属元素的种类和含量。导致吸光度不稳定的原因,可能是实验开始前没有进行仪器预热,或是燃烧过程中通入的氧气不纯,燃烧效果不充分。在测定实验中,要求技术人员提前打开仪器,使空心阴极灯充分预热^[4]。同时,检查通入的燃气纯度是否达标,如果有泄露等问题也要及时处理,避免在实验过程中发生安全事故。

结语

原子吸收的分光式光度法已经相对成熟,原子吸收的分光计被广泛应用于环境检测等领域的重金属检测。仪器操作的便捷性强,方法的灵敏度高,分析范围广,抗干扰能力较

强。故而,科学合理地选用光度计有着一定现实意义及价值。重金属,严重威胁着生态环境及人体健康,借助光度计的测定方法,对于生态环境及人体健康的防护可起到重要作用,值得进一步推广及应用。

参考文献

- [1]黄群好.浅谈原子吸收分光光度计测定重金属的含量[J].科技展望,2017, 20(26):631-632.
- [2]范东升.浅谈原子吸收分光光度计应用重金属分析的优缺点[J].环境,2017, 17(z2):255-257.
- [3]王雪,周良川.3种不同类型水体中铜、锌、铁、锰含量的测定[J].分析测试技术与仪器,2019(01):43-47.
- [4]张杨.原子吸收分光光度法测定水中重金属含量的应用[J].吉林农业,2018,(17):58,111.