

Advantages and methods of Aabsorption application in soil environmental monitoring

Yinping Wu Qiuxia Zhang Yurong Zhou

Zhejiang Qiushi Environmental Monitoring Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract

With the accelerating process of industrialization and urbanization, the problem of soil pollution has become increasingly serious, which poses a great threat to the ecological environment and human health. Atomic absorption spectroscopy has been widely used in the field of soil environmental monitoring with its high sensitivity, more selectivity and wide applicability to a variety of elements. This paper first reviews the basic principles of atomic absorption spectrometry and the key technologies in the process of soil sample analysis, and then discusses all the advantages of the method, such as sample pretreatment, standard solution preparation, instrument parameter optimization, and sample determination, is expected to provide more scientific and effective technical support for soil pollution control.

Keywords

atomic absorption spectroscopy; soil environment monitoring; application advantages; application method

原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用优势与方法分析

吴银萍 张秋霞 周雨蓉

浙江求实环境监测有限公司, 中国 · 浙江 杭州 310030

摘 要

随着工业化与城市化进程不断加快, 土壤污染问题变得日益严峻, 对生态环境以及人类健康造成了极大威胁. 原子吸收光谱法凭借其高灵敏度、较多选择性以及对多种元素拥有广泛适用性等特点, 在土壤环境监测领域获得了广泛运用. 本文先是回顾了原子吸收光谱法的基本原理以及其在土壤样品分析过程中的关键技术, 随后探讨了该方法所有的优势, 并且结合实际案例给出了像样品前处理、标准溶液配制、仪器参数优化以及样品测定等相应的应用方法, 期望可为土壤污染治理提供更具科学性、有效性的技术支持。

关键词

原子吸收光谱法; 土壤环境监测; 应用优势; 应用方法

1 引言

土壤身为生态系统里的关键部分, 肩负着如水源涵养、养分循环以及生物栖息等多项功能。可是随着人类活动的不断加剧, 工业废弃物的排放、农业化肥过量使用以及城市建设的扩张, 土壤污染问题变得越来越严峻, 重金属、农药残留以及有机污染物等这些污染物, 会对土壤的健康造成影响, 而且还会经由食物链对人类的健康产生影响。及时且准确地监测土壤中的污染物, 已然成为保护土壤环境、保障人类健康的一项关键要点。

2 原子吸收光谱法分类

2.1 火焰法

火焰法作为最早被采用的原子吸收技术, 比较适合用于分析那些容易挥发的金属元素。在火焰法里, 样品于高温火焰当中被雾化并且转化成原子状态, 可有效地吸收光源发射出的特定波长的光。火焰法操作相对简便, 而且分析速度比较快, 适合大多数常规样品的检测, 即便如此, 火焰法的灵敏度相对而言较低, 对于某些元素的检测限不太理想。另外因为火焰温度存在限制, 火焰法对某些难挥发或者热稳定性不太好的元素不太适用, 在一些高要求的分析场合, 火焰法可能无法契合需求。

2.2 石墨炉法

石墨炉法主要是用来分析浓度比较低的元素。在这种方法里, 样品会被放置于电极之中, 经过电加热以后, 样品的温度快速上升, 样品当中的元素转变成原子状态。和火焰法相比较而言, 石墨炉法的分析灵敏度有了明显提升, 一般

【作者简介】吴银萍 (1990-), 女, 中国浙江淳安人, 本科, 工程师, 从事生态环境监测与分析研究。

可达到克级别的检测限,这种方法特别适用于那些在火焰中难以进行分析的元素,像某些重金属。石墨炉法的操作过程繁杂,对设备的要求也比较高,而且分析时间偏长,这致使它在某些情形下的应用受到了限制。

2.3 氢化物法

氢化物法则是围绕一些特定元素的分析应运而生的一项技术,它主要针对可形成氢化物的元素,像砷、硒以及汞等。在氢化物法里,样品借助化学反应产生气态氢化物,之后再开展吸收光谱分析,氢化物的蒸汽比较容易被吸收,这种方法能达成较高的灵敏度与选择性,氢化物法十分适合用于分析环境样品和生物样品当中的痕量元素。虽说氢化物法优点突出,不过它对样品前处理的要求比较高,并且在分析过程中要处理气体,操作的时候要格外小心,防止对环境和操作人员产生影响。

3 原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用优势

3.1 选择性

原子吸收光谱法有较高选择性,其可有效地针对特定元素展开分析,而不会受到其他元素的干扰,这种选择性让科学家于土壤样品分析过程中,可精准识别并测定目标元素的浓度,为土壤污染的评估以及治理给予可靠的数据支撑^[1]。比如在检测土壤里的铅、镉以及砷等重金属时,原子吸收光谱法可依据这些元素的吸收特征来开展分析,且不会受到土壤中其他元素的影响,这对制定有效的修复措施而言非常关键。

3.2 灵敏度

原子吸收光谱法灵敏度颇高,可检测出土壤里极少量的污染物,该特性在环境监测方面颇为关键,毕竟诸多重金属以及污染物于土壤中的浓度大多时候很低,却有可能对生态系统和人类健康产生严重威胁。原子吸收光谱法可在纳克级别检测这些成分,为评估土壤质量以及污染程度给予了有效办法。借助这种方法,研究人员可及时察觉土壤中潜在的污染风险,采取相应干预举措,保护好环境与公众健康。

3.3 分析范围广

原子吸收光谱法所有的分析范围颇为广泛,其可很好地适用于多种土壤类型以及不同的分析需求,该方法可对土壤里的重金属展开分析,还可以检测如钙、镁以及铁等其他元素。由于土壤的组成以及特性存在差异,原子吸收光谱法可灵活适应不同的土壤样本,这使得它在土壤环境监测里拥有较强的适用性。不管是在农业土壤监测方面,还是城市土壤污染评估方面,又或是自然保护区生态监测方面,原子吸收光谱法都可提供有价值的技术支持,帮科学家理解土壤的环境状况。

4 原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用方法

4.1 样品前处理

土壤样品的前处理一般涉及取样、风干、研磨、过筛以及消解等多个步骤。首先在采集土壤样品时,要依据监测

目的以及土壤分布特性来挑选有代表性的采样点,凭借采样或者混合采样的方式获取样品。采样深度一般依据研究需求来确定,一般采集0到20厘米的表层土壤。采集完成后,把样品装入洁净的聚乙烯袋或者容器里,标注好编号以及采样位置,方便后续进行分析和溯源。

把采集回来的土壤样品带回实验室之后,要先放置在室温环境下让其自然风干,需避开阳光直射以及高温烘干的情况,不然的话土壤中的部分成分可能会挥发掉,或者其物理性质会发生改变。等到风干完成以后,利用玛瑙研钵或者机械研磨机把样品细细研磨,直至其成为粒径小于0.149mm也就是100目筛的细粉末状态,然后过筛以此去除其中的杂质以及大颗粒。为了降低污染,在使用之前,研磨工具和筛网要用去离子水或者稀酸进行清洗,接着在干净的环境当中晾干留作备用。

样品消解的目的在于把土壤里的重金属元素转变为溶液里的离子形式,以此方便后续进行检测。常见的消解方法有湿法消解和微波消解这两种,其中湿法消解操作比较简单,适用于常规分析。首先要把一定量的土壤样品(一般是0.5g)放置在聚四氟乙烯消解罐中,加入一定体积的混合酸(像是硝酸和盐酸的混合液,又或是硝酸-氢氟酸-高氯酸混合液)。接着把消解罐放在电热板上加热,控制好温度和时间,让土壤样品充分反应,直到溶液变得澄清透明,要是采用微波消解,就可以把土壤样品和酸混合后放到微波消解仪中,依照设备说明设定好功率和时间,完成快速消解。消解之后,将样品冷却到室温,用少量去离子水定容,转移至洁净的容量瓶中,并且凭借滤纸过滤掉不溶物,最终得到可供原子吸收光谱分析的样品溶液。

4.2 标准溶液配制

要保证原子吸收光谱法测定可准确且可信,得预先配制一系列有着已知浓度的标准溶液,这些标准溶液是用来绘制工作曲线以及校准仪器的。标准溶液的配制一般是以国家一级标准物质或者高纯度金属单元素标准溶液作为基础来进行的,在配制过程当中要严格依照实验室操作规范来操作,以此避免出现误差。

在配制标准溶液的时候,首先要依据待测元素的浓度范围来确定母液的浓度,一般情况下,母液浓度会选择为1000mg/L,所使用的是经过国家认证的标准物质。为了保证母液可保持稳定,一般会采用高纯度的去离子水进行稀释,并且加入少量和测定元素相匹配的酸,像是硝酸或者盐酸,以此来防止金属元素在溶液里出现沉淀或者水解的情况^[2]。在配制母液时,应当使用洁净的容量瓶以及移液管,并且在操作过程中要避免因为液体挥发或者吸附而造成浓度偏差。

依据实验的具体要求,要把母液逐步地稀释成一系列有不同浓度的标准溶液。在进行稀释操作的时候,需要运用高精度的移液器或者移液管,以此来保证每一步操作可达到准确无误的状态。举例来说,要是母液的浓度是1000mg/L,

那么可以采用把 10 mL 母液稀释到 100 mL 容量瓶中的方法来配制出 100 mg/L 的标准溶液, 然后以这个为依据, 依照预先设定好的比例去配制出 10 mg/L、1 mg/L 等更低浓度的标准溶液。每一次完成稀释之后, 都应当对溶液进行充分的混匀, 保证浓度的均匀性。

4.3 仪器参数优化

在优化参数期间需要综合考量诸多方面, 像是光源强度、波长选择、狭缝宽度以及燃烧条件等多个要素, 然后依据目标元素所有的特性来逐个进行调整。

光源强度对信号的稳定性以及灵敏度有着直接的影响, 一般情况下, 会选择空心阴极灯, 这种灯有高强度的稳定性, 并且要保证灯电流设定在推荐的范围之内, 要是灯电流过低, 就会致使灵敏度出现下降的情况, 要是灯电流过高, 就会造成信号噪声有所增加。

其二在进行波长选择时, 要精准地锁定目标元素所有的特征吸收峰, 一般会优先挑选那些吸收强度高且干扰较小的主吸收线, 不过在一些特定的特殊情形下, 也可选择次吸收线, 以此来减少共存元素所带来的干扰。

其三狭缝宽度的设定需要遵循一定原则, 要保证光谱分辨率以及信号强度得到保障, 倘若宽度设置过大, 那么分辨率就会出现下降的情况, 要是设置得过窄, 信号有可能会减弱, 甚至出现丢失的现象。

其四在燃烧条件这一方面, 气体流量以及燃烧器高度的调整应当依据目标元素的性质以及分析灵敏度要求来开展设定。一般情况下, 乙炔-空气火焰适用于大多数元素的分析, 不过对于某些不容易原子化的元素而言, 可以选用乙炔-氧化亚氮火焰来提升原子化效率。另外燃烧器高度的调整要让火焰的最热区域跟路径相重合, 获取最佳的检测效果。原子吸收光谱法的设备组成如图 1 所示。

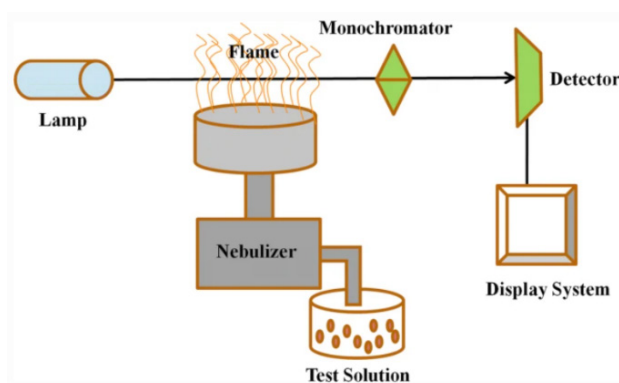


图 1 原子吸收光谱法的设备组成

4.4 样品测定

首先要依据预定的标准操作规程把已消解的土壤样品

准备妥当, 并且要保证其浓度以及体积和仪器的检测范围相契合。在开展测定工作之前, 应当先用空白溶液对仪器做基线校正, 以此保证零点的精确性, 之后凭借逐个测定标准溶液的吸光度值, 构建目标元素的工作曲线。工作曲线的线性范围与相关系数是评判其有效性的关键指标, 一般要求相关系数达到 0.999 以上, 保证测量结果的可靠性。

土壤样品进行测定的时候, 一般会采用标准加入法或者外标法。标准加入法可以把基体效应对测量结果所造成的影响给消除掉, 特别适合用于基体复杂的那些土壤样品^[3]。外标法的话操作会比较简便一些, 适合基体效应小的情形, 测定之时, 要依照从低浓度到高浓度的次序逐个进样, 防止高浓度样品残留对低浓度样品造成干扰。每次进样之前, 要用清洗液把燃烧室和雾化器充分冲洗, 保证系统处于清洁的状态, 在连续测定过程中, 为保证仪器稳定性, 要定期测量空白溶液和标准溶液, 必要时重新校正工作曲线。图 2 为原子吸收光谱法检测标准曲线。

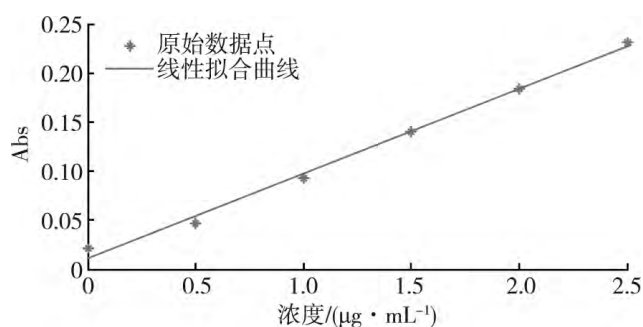


图 2 原子吸收光谱法检测标准曲线

5 总结

经过综合考量可以看出, 原子吸收光谱法于土壤环境监测领域呈现出了难以被其他方法替代的优势。为了更有效地契合逐渐增长的土壤质量监测要求, 未来有必要强化对这种方法的研究以及应用, 并且在技术层面持续创新改进。随着科技不断向前发展, 原子吸收光谱法会为土壤环境监测给予更加精准且可靠的技术支撑, 推动土壤污染治理以及生态环境保护不断向前迈进。

参考文献

- [1] 杜波, 李华. 土壤环境监测中原子吸收光谱法的应用[J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 自然科学, 2024(7): 0046-0049.
- [2] 咎树婷. 原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(36): 13174-13176.
- [3] 李文文, 刘倩, 郑雪, 贾梦莹. 原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用效果分析[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(6): 130-131.