

原子吸收方法在土壤检测中的应用研究

李艳 马旭东

新疆维吾尔自治区塔城生态环境监测站

DOI:10.12238/eep.v7i3.2006

[摘要] 随着科技的发展和环境污染问题的严重性,使得快速、准确的土壤元素测定方法在环境监测和农业生产中的重要性日益凸显。原子吸收法因其灵敏度高、间接误差小、操作简便等优点,已成为该领域的重要工具。本研究以原子吸收法为探讨对象,针对其在土壤检测中的应用进行深入研究。

[关键词] 原子吸收方法; 土壤检测; 应用

中图分类号: S15 文献标识码: A

Research on the Application of Atomic Absorption Method in Soil Detection

Yan Li Xudong Ma

Xinjiang Uygur Autonomous Region Tacheng Ecological Environment Monitoring Station

[Abstract] With the development of technology and the severity of environmental pollution problems, the importance of fast and accurate soil element determination methods in environmental monitoring and agricultural production is increasingly prominent. Atomic absorption method has become an important tool in this field due to its high sensitivity, small indirect error, and easy operation. This study focuses on the atomic absorption method and conducts in-depth research on its application in soil detection.

[Key words] Atomic absorption method; Soil testing; application

引言

重金属污染对于土壤质量和食品安全产生了不良影响。对于一般的污染,例如有机物污染,自然界可以通过生物降解的方式进行纠正。然而,重金属元素如铅等,由于其稳定性和持久性,一旦进入土壤,就很难进行降解或移除,这对于土壤的构造以及生物多样性造成了严重损害。原子吸收技术因其高度精准和有效,已成为新型重金属土壤污染检测技术。

1 原子吸收方法的特点

1.1 选择性强

原子吸收方法是一种实用而高效的土壤元素检测方法,其强选择性的特点使其在土壤检测领域中占有重要地位。这种方法具有吸收带宽广、测定速度快以及可进行自动化操作等特点,尤其在抗干扰方面,表现出极高的优势。在具体操作过程中,通过将待测土壤样本经过分解、蒸发和原子化处理,形成原子云。使用特定的光波通过原子云,光的强度会因为与原子发生了共振吸收而减弱,通过测定光的强度改变即可得到含量数据。在这个过程中,光谱线选择性地与目标原子相互作用,实现了对目标元素的测定,这种在主线转换上的操作使其具备了极强的选择性和抗干扰能力^[1]。相比较而言,原子吸收方法的吸收带宽度相对宽阔,这意味着在吸收光波长度的范围上有较大的宽度,因此其测试速度相对较快,能够更有效地应对大样本量的检测需求。

与此同时,原子吸收法的操作可实现自动化,使得在实际操作中大大提升了检测效率,简化了操作过程,降低了人为错误的可能性。针对共存元素和待测元素的辐射线相分离的问题,在许多其他检测方法中都会出现,并且这种问题通常会影响到表现强度,从而降低检测精度。然而,对原子吸收方法来说,这却很少是问题。原因在于,该方法基于主线转换,很少会有重叠的情况发生。这样,即使在存在众多共存元素的土壤样本中,也能够准确地吸收和测定特定的目标元素,对于干扰因素有着良好的阻止作用。

1.2 灵敏度高

原子吸收方法被广泛应用土壤、水、食品、药物等样本中微量元素的测定。这种主要基于物质对特定波长的光的吸收情况来确定和测定特定元素的含量。原子吸收方法的特点之一就是其高灵敏度,可以检测到元素,并且检测方法简便、效率高、准确度高,因此广受科研人员 and 产业应用的欢迎。高灵敏度是原子吸收方法的突出优点。这种方法能够精确检测出样本中的元素浓度,无论这些元素的含量多寡,原子吸收方法都能精准、有效地读取。尤其在元素的检测中,原子吸收方法可以实现更低水平的精度检测。这不仅在科研领域具有重要的实用价值,而且在检测环境污染物、食品病原等方面也显示出了它的巨大优势。原子吸收方法的操作过程比较简单,可以实现高度自动化,大大节省了实验操作的复杂度和时长^[2]。在检测过程中,只需要将样

本经过适当的处理后,利用具有特定光源的原子吸收光谱仪进行光谱分析,通过程控测得样品的光强和吸光度,从而获取被测元素的含量。

1.3 分析范围广

原子吸收法具备高度灵活性和自动化程度。实验过程简洁,通过利用特定光源的原子吸收光谱仪进行分析,可获取被测元素的含量,大大减少了实验操作的复杂性和时长。在检测元素属性方面,无论是金属元素和类金属元素,还是对土壤中所含有的主量元素,都可以进行精确的测定。同时,这种方法还可以用于大多数有机物和非金属元素的测定。这款方法的应用,使得原子吸收法在元素检测方面可实现百分比级的测量范围,满足了各种刻度的需求。除此之外,原子吸收法还具有接近理论值的准确度、高度的选择性和重复性,几乎可以检测所有的金属和半金属元素^[3]。而现在的仪器还有带有聚焦反射器的,可以达到更高的灵敏度。这使得原子吸收法成为广泛应用的一种元素分析方法。

2 原子吸收方法运用的主要技术手段

2.1 火焰原子化法

火焰原子吸收光谱法运用火焰作为原子化器,使样品中的元素在火焰中发生原子化后,对特定波长的光进行吸收,通过比较吸收的强度,以此反推出样品中元素的含量。这一方法的使用广泛、操作理解简单同时成本较低,使得它在各种实验室中得到了广泛应用^[4]。然而,由于火焰温度相对较低,对于一些需要高温才能进行原子化的化学元素来说,对其效果并不满意。针对这种问题,使用氧化亚氮-乙炔火焰作为原子化器,因为该火焰的温度可以高达3000℃,这样不仅解决了一些高温化学元素不能进行原子化的问题,而且还有效地减少了化学的干扰,使原子化的效率得到提高。基于火焰原子化的技术水平,其原子化效率会受到限制,也就限制了其检测的灵敏度。基本上,火焰原子化的定量分析通常在百万分之一 (PPM) 级别,这表明其灵敏度相对较低。对于PPM以下的低浓度样品,火焰原子吸收光谱法就无法进行准确和精确的直接测定。由于火焰气候条件的稳定性难以保障,火焰条件的波动会引起分析误差,从而对测定结果产生影响。尤其是对乙炔的燃烧,比如乙炔的燃烧速度、燃烧的完全性和生成的火焰的状态等都会对样品的原子化程度与效率产生影响和干扰。比如在火焰中发生的化学干扰可能导致分析结果出现偏离,进一步降低了其可靠性。即使使用氧化亚氮-乙炔火焰,这种干扰问题依然难以完全避免。使用氧化亚氮-乙炔火焰虽然提高了火焰温度,但同时也增大了使用成本以及安全风险。处理和管理氧化亚氮-乙炔火焰相对于空气-乙炔火焰更为困难和复杂,这也是需要考虑的一方面因素^[5]。

2.2 氢化物发生法

化合物生成法,特别是氢化物生成法,因其出色的敏感度和抗干扰能力,被广泛应用于重金属元素的检测。这种方法的基本原理是在酸性环境中,适当的还原剂(如硼氢化钠)可以将一些容易形成氢化物的元素还原成气态氢化物。这些元素通常包括

铋、锡、砷、硒、铅等。由于这些元素在通过火焰原子化法进行检测时灵敏度相对较低,氢化物生成法可以有效的提高其检测限。氢化物发生法能够完全将分析元素与原样品基体分离,显著提高了抗干扰能力。这一特性对于环境样品、生物样品以及食品样品等复杂基质样品的分析具有极大的优势。此外,由于采取气态样品进样,其进样效率也显著高于液态进样,加快了分析速度,降低了样品处理过程中的误差,使得结果更加准确可靠。对于那些容易形成氢化物的重金属元素,如汞、砷等,氢化物生成法被广泛使用。例如,砷是一种有毒元素,对人体具有潜在的危害。砷广泛存在于自然环境中,如土壤、食品、水源等。因此,对砷的准确测定具有重要的科学价值和实际意义。使用氢化物发生法,可以高效、准确地测定砷在各种样品中的含量。

2.3 石墨炉法

石墨炉法主要基于石墨的材料特性来对元素的原子化进行进一步的提升。由于石墨篮子可以用于样品的浓缩,使得元素在原子化阶段中可以达到高浓度,因此其检测限大大低于火焰原子吸收光谱法。安全是石墨炉法在分析中的优势。因为这个方法无需使用明火,避免了实验过程中可能出现的火灾风险。此外,由于原子化温度可以自由调整,使得石墨炉法更加适用于那些较高蒸气压或者易挥发元素的测定。尽管石墨炉法的仪器相较于火焰法更加复杂,却能够在空间范围和检测度之间实现一个较好的平衡。而对于石墨炉法相对较慢的检测速度,其主要体现在载入样本和清洁石墨管上。这种缺点使得石墨炉法在大批量分析或批量样品检测上表现优势不明显。相反,石墨炉法一般更适用于单个元素或少数元素的测定。这是因为在这种情况下,石墨炉法的这种缺点就显得不那么重要了。在适当的操作下,这种方法可以用于固态、液态甚至气态样本的测定。石墨炉法广泛应用于地质分析中对岩石、土壤和矿物中的微量元素进行测定;在环境分析中,石墨炉法可以用于对水、大气和生物样品中的微量有害元素进行测定。

3 在土壤样品处理方面的应用

3.1 干灰化法

干灰化是常用的样品前处理方法之一,干灰化法是将样品在电中先碳化后灰化,再采用乙酸进行溶解。为了保证检测结果的代表性和准确性,需要取适当粒度和质量的样品进行分析,一般情况下要求至少0.5-1g。这在某些样品数量珍贵或者样品数量有限的情况下可能限制其应用。干灰化法在操作过程中容易出现操作错误。一旦操作不当,就可能导致容器破裂、样品溅出,甚至可能产生有毒或有害气体,造成实验人员健康的威胁和样品的污染。因此,在改进干灰化法的过程中,工作人员应该控制加热速度和温度,避免因温度过高过快导致样品的疏散和飞扬。可以先以较低的热量进行预热,然后再逐步提高温度。由于干灰化过程中容器可能会破裂,因此在选择容器时也应该考虑容器的材质和耐热性。通常推荐使用石英砂盘,因为这种材质的容器耐热性好,不易破裂。微波灰化是一种新的样品处理方法,它既能缩短处理时间,又能避免因温度控制不当引发的问题。微

波灰化仪能在短时间内将样品灰化,且灰化效果良好。

3.2 电热板法

电热板法是一种在实验室中广泛应用的样品处理技术,此方法以其适应样品范围广泛和操作便捷的优点赢得了青睐。电热板法可以处理固态、液态和气态的样品,能够承受各种化学组分和物理形态的样品,能够完成很多其他样品处理技术无法完成的任务。更重要的是,电热板法操作起来非常简便,没有复杂的步骤和精细的技术要求。电热板法在工作时通常需要使用高纯度的强酸试剂,如硫酸、氢氟酸等。这些试剂在一般情况下需要小心使用,以防发生烧伤或者其他伤害。不仅如此,如果处理不当,这些试剂可能会腐蚀实验台面,或者与其他物质反应,产生有毒、有害的气体,对实验室环境和使用者的健康产生威胁。

3.3 微波消解法

在现代科学分析方法中,微波消解法作为一种预处理技术,引起了大量关注,微波消解法是一种内源性热解方式。在微波辐照下,样品和强酸的混合物会吸收微波能量,该能量会瞬间转化为热能,从而使混合体内部同步升温。由于溶剂被直接加热,不需像传统消解那样经过样品和消解容器转化,避免了传热效率低的问题,提高了加热效率。它几乎在瞬间将样品温度提高到300-330摄氏度,使样品在短时间内完成消解,在同样的时间内处理样本数量也大大提高。微波消解法采用的封闭系统使得其在样本处理过程中具有出色的适应性和稳定性。它采用的封闭容器可以防止样品在高温和高压下爆炸,保证了消解过程的安全性。同时,封闭容器在高压条件下对各种难以消解的土壤样品具有更强的消解能力,封闭系统能够防止挥发元素的逸失,进一步保证了分析结果的准确性。不仅如此,微波消解法也有其环保性优势。由于微波消解法需要的酸的使用量远少于传统的消解方法,削减了酸和废物的处理量,降低了实验处理过程中的废弃物产生,进一步的实现了绿色化学原理的应用。

4 在土壤检测中的应用

原子吸收法是一种测定元素含量的重要分析手段,尤其在土壤元素定量分析方面,可以为环境污染程度评估、农业施肥规划等提供准确数据,为工作人员的生产生活中提供了重要的科

技支持。

在土壤环境污染评估中,原子吸收法的应用具有空前意义。有害元素的积累和分布状况是评价土壤污染程度的关键参数,本方法能快速有效检验土壤样品中重金属等污染元素的含量,为污染源溯源、制定污染防治措施及评估土壤修复效果等提供了可靠依据。土壤是作物生长的基础,理解土壤中的元素含量,就能更好地掌握土壤的肥力状态,从而明确施肥需求,达到精准施肥的目的。例如,如果测试结果显示土壤中钾元素含量偏低,工作人员就可以适时补充含钾肥料,这对于维护土壤肥力,提高农作物产量和质量都至关重要。

5 结束语

原子吸收法在土壤分析领域的广泛应用,不仅丰富了工作人员对土壤成分的认识,提供了针对性的环境治理策略,也辅助工作人员制定了更精确的种植施肥方案。工作人员应继续深化对该方法在土壤元素检测中应用的研究,以期提升其在环境保护和农业生产领域的实效性。

[参考文献]

- [1]陈松,李悦.原子吸收法在土壤检测中的应用研究[J].上海化工,2022,47(06):65-67.
- [2]周书爱.基于原子吸收方法的土壤检测实践研究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(21):128-130.
- [3]吕旭,韩建.碱消解-火焰原子吸收光谱法检测土壤中的六价铬方法改进[J].山东化工,2022,51(13):89-91+97.
- [4]吴丹,卢恺力,许健.原子吸收方法在土壤检测中的应用研究[J].节能与环保,2022,(03):81-82.
- [5]臧娜.原子吸收方法在土壤检测中的应用研究[J].资源节约与环保,2016,(05):186.

作者简介:

李艳(1986--),女,汉族,新疆塔城人,本科,学士学位,甘肃工程师,从事环境监测工作。

通讯作者:

马旭东(1978--),男,汉族,新疆塔城人,本科,学士学位,湖南高级工程师,从事环境监测及管理工作。