

The Role and Application of Atomic Absorption Spectroscopy in Soil Environmental Monitoring

Maoran Fu¹ Junmin Yuan²

1. Green Fangyuan (Shandong) Ecological Environment Technology Co., Ltd., Liaocheng, Shandong, 252000, China

2. Liaocheng Center for Disease Control and Prevention in Liaocheng, Liaocheng, Shandong, 252000, China

Abstract

Soil environmental monitoring is an important means to assess the degree of soil pollution and protect the health of soil ecosystem. With the advancement of science and technology, various analytical methods are applied in the field of soil monitoring. Among them, AMS, as a fast, accurate and widely applicable analysis technology, has played an important role in soil environmental monitoring. This paper aims to explore the role and application of AMS in soil environmental monitoring, and provide a scientific basis for the rational utilization and protection of soil resources.

Keywords

atomic absorption spectroscopy; soil environment monitoring; analysis method; heavy metal elements

原子吸收光谱法在土壤环境监测中的作用与运用思考

付茂然¹ 苑俊敏²

1. 绿色方圆（山东）生态环境科技有限公司，中国·山东 聊城 252000

2. 聊城市疾病预防控制中心，中国·山东 聊城 252000

摘 要

土壤环境监测是评估土壤污染程度和保护土壤生态系统健康的重要手段。随着科学技术的进步，各种分析方法被应用于土壤监测领域。其中，原子吸收光谱法作为一种快速、准确且广泛适用的分析技术，已经在土壤环境监测中发挥了重要作用。论文旨在探讨原子吸收光谱法在土壤环境监测中的作用和运用思考，为土壤资源的合理利用和保护提供科学依据。

关键词

原子吸收光谱法；土壤环境监测；分析方法；重金属元素

1 引言

土壤是地球生态系统中至关重要的组成部分，对植物生长、水循环和生物多样性发挥着关键作用。然而，随着工业化和农业活动的增加，土壤受到了日益严重的污染威胁，这对环境和人类健康造成了巨大的风险。因此，及时有效地监测土壤环境的质量和污染程度变得至关重要。在土壤环境监测领域，准确、可靠的分析方法是评估土壤污染和采取相应措施的基础。原子吸收光谱法作为一种广泛应用于环境科学和土壤科学的分析技术，已经证明在土壤环境监测中发挥着重要的作用。论文通过深入研究和应用原子吸收光谱法，可以为土壤资源的合理利用和保护提供科学依据，实现可持续发展的目标。

2 原子吸收光谱法的基本原理和工作机制

2.1 吸收光谱模式

原子吸收光谱法基于原子对特定波长光的吸收现象，

用于测量土壤中各种元素的含量。在吸收光谱模式中，土壤样品中的目标元素被蒸发和激发后，吸收特定波长的光，产生特征性的光谱信号。原子吸收光谱法通过测量吸收光谱信号的强度，可以确定元素的浓度。当土壤样品中的元素受到高温或化学处理后，元素原子会被转化为气态原子。然后，通过光源产生的连续光谱中的特定波长光通过样品，经过原子蒸发、激发和吸收之后，通过光电倍增管或光电二极管等检测器进行测量。当吸收光线通过样品中的原子时，目标元素的原子会吸收与其特定能级跃迁相对应的波长的光，形成吸收峰。吸收峰的强度与目标元素的浓度成正比。

2.2 发射光谱模式

除了吸收光谱模式，原子吸收光谱法还可以采用发射光谱模式。在发射光谱模式中，土壤样品中的目标元素原子被激发后，会通过跃迁过程释放能量，发射特定波长的光。这些发射光谱信号可以通过光谱仪器进行捕捉和分析。与吸收光谱模式相比，发射光谱模式更适用于分析土壤样品中的痕量元素。当土壤样品中的目标元素被激发后，原子会发射出与其特定能级跃迁相对应的发射光谱线。通过测量这些发

【作者简介】付茂然（1987-），男，中国山东东阿人，硕士，高级工程师，从事环境监测、环境影响评价研究。

射光谱线的强度和波长,可以确定元素的存在和浓度。

3 原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用领域

3.1 重金属元素的测定

重金属元素是土壤污染的常见因素之一,对土壤质量和生态系统稳定性具有重要影响,见图1。原子吸收光谱法在重金属元素的测定中得到广泛应用。通过对土壤样品进行前处理,如样品溶解或提取,可以将重金属元素转化为可测量的形式。然后,利用原子吸收光谱法测量土壤样品中特定重金属元素的吸收峰强度,可以确定其浓度水平。例如,对于铅(Pb)的测定,可以选择特定波长的吸收光线,使Pb原子吸收该波长的光。通过测量吸收峰的强度,可以推断土壤中的Pb浓度。同样地,原子吸收光谱法也可以应用于镉(Cd)、铬(Cr)、汞(Hg)等重金属元素的测定。这些元素的高浓度在土壤中可能来源于工业废弃物、农药或废水排放,因此及时监测其含量对于评估土壤的质量和環境健康至关重要^[1]。

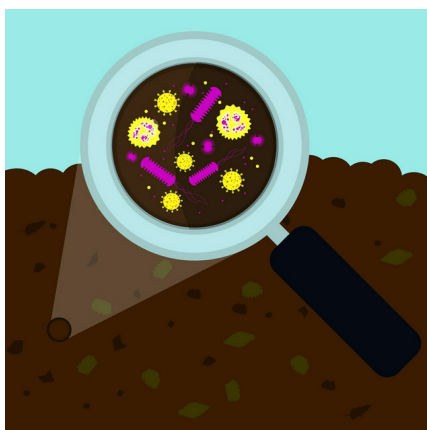


图1 土壤中的重金属元素

3.2 有机污染物的测定

有机污染物是土壤环境中的另一个重要问题,包括农药、工业废弃物、石油烃等。原子吸收光谱法可以用于测定土壤样品中有机污染物的含量。通常情况下,有机污染物需要在土壤样品中进行提取和净化处理,以转化为可测量的形式。一种常用的方法是原子化前对有机污染物进行热解,使其转化为气态物质,然后通过气体分析仪器进行测量。此外,还可以利用原子吸收光谱法与其他分析技术(如气相色谱质谱联用)结合,以提高有机污染物的测定灵敏度和特异性。

3.3 营养元素的测定

除了污染物,土壤中的营养元素对农作物生长和土壤肥力也具有重要影响,见图2。原子吸收光谱法可以用于测定土壤中的营养元素含量,如氮(N)、磷(P)和钾(K)。这些元素是植物生长和发育所必需的,因此对其浓度进行监测可以评估土壤的肥力状况和农作物的养分需求。例如,氮元素可以通过气相原子吸收光谱法进行测定。在样品前处理

过程中,氮元素通常被转化为氨气或氮气,并通过气态原子吸收光谱法进行测量。类似地,磷和钾的测定可以利用化学转化或提取过程,然后使用原子吸收光谱法进行测量。这些测定结果可以为农业生产提供有关土壤养分状态和农作物施肥方案的重要信息。



图2 土壤中的营养元素

3.4 相关案例研究

原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用已经得到了广泛的研究和实践。以下是几个相关的案例研究:研究团队使用原子吸收光谱法测定了不同农田土壤中的重金属元素含量。结果显示,一些农田土壤受到了铅、镉等重金属的污染,超出了土壤环境质量的限制值。这些研究结果有助于保护土壤质量和指导农田管理措施。另一项研究利用原子吸收光谱法测定了农田土壤中磷的含量,并与植物生长情况进行关联分析。结果表明,土壤中磷含量的变化与农作物的生长和产量密切相关,为精确施肥和农作物管理提供了科学依据。原子吸收光谱法还被用于监测土壤中有机污染物的浓度变化。研究人员分析了受工业废物污染的土壤样品,并测定了其中苯类和多环芳烃等有机污染物的含量。这些数据有助于评估土壤污染程度和制定适当的修复策略。通过这些案例研究,我们可以看到原子吸收光谱法在土壤环境监测中的广泛应用。它为评估土壤污染程度、监测营养元素和有机污染物的含量提供了一种快速、准确和可靠的方法。这些应用领域的研究和实践为保护土壤环境、促进可持续农业发展提供了有力支持^[2]。

4 原子吸收光谱法在土壤环境监测中的优势与局限性

4.1 优势

①灵敏度高,原子吸收光谱法对于微量元素的检测具有很高的灵敏度。它可以测量土壤样品中非常低浓度的元素,包括痕量重金属和有机污染物,使其成为环境监测和污染评估的重要工具。

②特异性强,原子吸收光谱法具有很好的特异性,可以准确地分析土壤中的目标元素。通过选择特定的波长和能

级跃迁,可以避免其他干扰物质对测定结果的影响,提高测量结果的准确性和可靠性。

③宽波长范围,原子吸收光谱法可以涵盖广泛的波长范围,从紫外到可见和近红外。这使得它适用于不同元素的测定,同时可以选择最佳的波长进行测量,提高分析的灵敏度和选择性。

④快速和高效,原子吸收光谱法具有快速分析的优势,可以在短时间内完成大量样品的分析。这使得它在土壤环境监测中具有高效性,能够及时获得数据结果,为决策和管理提供支持。

⑤可靠性和可重复性,原子吸收光谱法的测量结果具有良好的可靠性和可重复性。在合适的实验条件下,通过严格的质量控制和标准化操作,可以获得精确的测量结果,确保数据的准确性和可比性。

4.2 局限性

①有限的元素范围,原子吸收光谱法在元素测定方面存在一定的局限性。它主要适用于单质金属元素的分析,对于某些非金属元素和化合物的分析可能不太适用。

②样品处理复杂,为了进行原子吸收光谱法的测量,土壤样品通常需要进行前处理,如样品溶解、提取或矿化等。这些样品处理过程可能会引入额外的误差和时间成本,增加分析的复杂性。

③检测限制,尽管原子吸收光谱法对微量元素具有高灵敏度,但对于超低浓度的元素分析仍存在一定的限制。在一些极端环境条件下,如极低浓度、复杂基质或存在干扰物质的情况下,可能需要采用其他更灵敏的分析技术^[3]。

5 运用思考:提高原子吸收光谱法在土壤环境监测中的效能

5.1 优化分析方法

优化分析方法是提高原子吸收光谱法在土壤环境监测中效能的关键一步。通过改进样品前处理方法、优化分析条件和参数,可以提高测量的准确性和灵敏度。例如,合理选择合适的酸溶解剂和提取剂,优化消解和萃取过程,以提高目标元素的回收率和分析效率。此外,合理选择分析波长、光源功率和进样量等实验条件,可以优化分析方法,提高测量的精确性和可靠性。

5.2 提高仪器设备性能和灵敏度

不断提高仪器设备的性能和灵敏度是提高原子吸收光谱法在土壤环境监测中效能的重要手段。随着技术的进步,现代原子吸收光谱仪器已经具备更高的分辨率、更低的检测限和更广的线性范围。同时,改进光源、光路和探测器等关键部件,可以提高仪器的稳定性和可靠性,进一步提高测量的准确性和灵敏度。

5.3 开展多元素联合分析

土壤环境中存在多种元素,而传统的单一元素分析方法在分析效率和成本上存在局限性。因此,开展多元素联合分析是提高原子吸收光谱法效能的一种重要途径。通过同时测定多种元素,可以提高分析效率,减少样品处理和测量时间。此外,联合分析还可以发现元素之间的相互作用和关联关系,为土壤环境评估和污染控制提供更全面的信息^[4]。

5.4 数据处理与解释技术的应用

原子吸收光谱法生成的数据通常是复杂的光谱图和吸收峰数据。为了提高分析效能,应用适当的数据处理和解释技术是必要的。例如,使用统计分析方法对大量数据进行处理和筛选,可以提取有用的信息和特征。此外,结合化学计量学方法和模型建立,可以对复杂土壤样品中的元素含量进行准确预测和解释。

6 结语

综上所述,原子吸收光谱法作为一种重要的土壤环境监测技术,在保护土壤健康、实现可持续农业发展中发挥着不可替代的作用。随着科学技术的不断进步和创新,相信原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用将进一步拓展和完善,为建设绿色、健康的环境作出更大贡献。

参考文献

- [1] 李文文,刘倩,郑雪,等.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):2.
- [2] 宁秋萍,黄雁.浅析原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用[J].山东工业技术,2016(15):1.
- [3] 苏玉国,王亚红,赵京文.原子吸收光谱法在土壤环境监测中的运用探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(3):4.
- [4] 张儒.原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用分析[J].科技经济导刊,2020,28(31):77-78.