

# 火焰和石墨炉原子吸收分光光度法 检测土壤中镉的精度分析

王 林

湖北省生态环境厅恩施州生态环境监测中心 湖北恩施 445000

**摘要:** 本文围绕火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法在土壤中镉的精度分析进行了探讨。首先介绍了两种方法的基本原理, 然后分别讨论了它们在镉检测中的精度控制, 接着对两种方法进行了比较, 包括优缺点和准确性的比较, 最后对两种方法在土壤样品中镉的稳定性进行了比较。通过本文的研究, 可以为土壤中镉元素的精确检测提供参考和指导。

**关键词:** 火焰; 石墨炉原子; 光度法; 土壤; 镉; 精度分析

## Accuracy analysis of cadmium detection in soil by flame and graphite furnace atomic absorption spectrometry

Lin Wang

Hubei province ecological environment department Enshi Zhou ecological environment monitoring center  
Enshi, Hubei 445000

**Abstract:** This paper discusses the precision analysis of cadmium in soil using Flame Atomic Absorption Spectrophotometry (FAAS) and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry (GFAAS). The paper begins by introducing the fundamental principles of both methods. It then delves into the precision control of cadmium detection using these techniques. Subsequently, a comparison of the two methods is made, including their advantages, disadvantages, and accuracy. Finally, the stability of cadmium detection in soil samples using both methods is compared. Through this study, the paper aims to provide reference and guidance for the accurate detection of cadmium elements in soil.

**Keywords:** Flame; Graphite Furnace Atom; Photometry; Soil; Cadmium; Accuracy Analysis

### 引言:

土壤中镉元素的检测对于环境保护至关重要。火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法作为常用的分析方法, 在土壤中镉的检测中得到广泛应用。然而, 这两种方法在精度方面存在差异, 因此需要对其进行深入比较和分析, 以选择适合具体实验需求的方法。本文将探讨两种方法在镉检测中的精度控制方法, 还将对两种方法进行比较, 包括优缺点和准确性的比较, 并重点讨论它们在土壤样品中镉的稳定性方面的差异。

### 一、火焰原子吸收分光光度法检测土壤中镉的精度分析

#### 1. 火焰原子吸收分光光度法的基本原理

火焰原子吸收分光光度法 (FAAS) 是一种常用于检测土壤中镉含量的分析方法。它基于原子吸收光谱学

原理, 通过将样品中的镉原子蒸发和激发, 使其吸收特定波长的光线, 进而实现对镉含量的定量分析。在火焰原子吸收分光光度法中, 首先需要将土壤样品进行前处理, 如缩分、风干、研磨、过筛等, 以获得均匀的样品。然后将样品盐酸-硝酸-氢氟酸-高氯酸进行消解。接下来, 将溶液转移到分液漏斗中, 直接用碘化钾-甲基异丁基甲酮 (KI-MIBK) 萃取后上机分析<sup>[1]</sup>。火焰原子吸收分光光度法中的火焰部分是关键步骤。通常使用乙炔-氧气火焰, 其中乙炔提供还原性环境, 有助于镉原子的生成, 而氧气则提供氧化性环境, 有助于镉原子的激发。火焰中的镉原子吸收特定波长的光线, 这些光线经过样品溶液后被衰减, 其衰减程度与镉含量成正比。通过测量吸收光线的强度, 可以推断出样品中镉的浓度。为了提高分析的精度, 火焰原子吸收分光光度法还需要

进行一系列的校正和质量控制。例如，可以使用标准溶液进行标定，以建立吸收峰与镉浓度之间的关系。同时，还可以进行空白试验，即用纯溶剂代替样品进行测量，以消除背景干扰。在火焰原子吸收分光光度法中，精确控制火焰的温度、气体流速和样品进样速度等参数也对精度有重要影响。这些参数的选择应根据具体仪器和样品特性进行优化，以获得最佳的分析结果<sup>[2]</sup>。

## 2. 火焰原子吸收分光光度法检测土壤中镉的精度控制

火焰原子吸收分光光度法（FAAS）精度控制是确保分析结果准确可靠的重要环节。第一，选择合适的仪器和设备。仪器的稳定性和准确性对于精度的控制至关重要。确保火焰、光源、光路等设备的稳定性和校准状态，以提供可靠的分析条件。第二，进行样品前处理。土壤样品通常需要经过研磨、筛选和消解等前处理步骤，以确保样品的均匀性和溶解度。这有助于减小样品间的变异性，提高分析结果的精度。第三，使用标准曲线校正。通过制备不同浓度的标准溶液，建立镉浓度与吸光度之间的线性关系。根据标准曲线，对待测样品的吸光度进行测量，并通过插值或外推得出镉的浓度。第四，进行空白试验。空白试验是在没有镉的条件下进行测量，以消除背景干扰。通过将纯溶剂代替样品进行吸光度测量，可以减少由于背景吸收而引起的误差。第五，进行质量控制。包括重复性实验和平行实验，以评估分析的可重复性和准确性。通过重复测量同一样品，或同时测量同一样品的多个平行样品，可以评估分析过程中的变异性，并校正实验误差。最后，参考合适的质量保证标准。根据相关的质量保证标准，对仪器的运行、样品的处理和分析过程进行验证和监控，确保分析结果的可靠性和一致性<sup>[3]</sup>。

## 二、石墨炉原子吸收分光光度法检测土壤中镉的精度分析

### 1. 石墨炉原子吸收分光光度法的基本原理

石墨炉原子吸收分光光度法（GFAAS）是基于原子吸收光谱学原理，通过将土壤样品中的镉原子蒸发和激发，使其吸收特定波长的光线，从而实现对其含量的定量分析。在石墨炉原子吸收分光光度法中，首先同样需要进行样品前处理，如缩分、风干、研磨、过筛、消解等。然后，将溶液转移到容量瓶定容后在石墨炉中进行分析。石墨炉原子吸收分光光度法中的石墨炉部分是关键的步骤。石墨炉是一个高温环境，通过加热使样品中的镉原子挥发和激发。首先，样品进入石墨炉，在较低温度下进行干燥，以去除水分和有机物质。然后，石墨炉温度升高，将镉原子蒸发，并通过加热石墨管中的气体环境使其激发。镉原子在激发状态下吸收特定波长的光线，经过样品后的吸收程度与镉的浓度成正比。通过

测量吸收光线的强度，可以推断出样品中镉的浓度。为了提高分析的精度，石墨炉原子吸收分光光度法还需要进行一系列的校正和质量控制。例如，使用标准溶液建立镉浓度与吸光度之间的标准曲线，以校正待测样品的吸光度。同时，进行空白试验以消除背景干扰，通过测量纯溶剂的吸光度来校正实验误差。此外，还需要进行质量控制，包括重复性实验和平行实验，以评估分析的可重复性和准确性。通过重复测量同一样品或同时测量同一样品的多个平行样品，可以评估实验中的变异性，并校正实验误差。

### 2. 石墨炉原子吸收分光光度法检测土壤中镉的精度控制

石墨炉原子吸收分光光度法具有高灵敏度、准确性和可靠性。在进行土壤中镉元素的精度控制时，需要注意以下几个方面。首先，样品的前处理非常重要。在土壤样品的前处理过程中，应避免镉元素的损失或污染。可以采用湿法氧化、干燥灰化等方法将土壤样品转化为溶液或固体样品，并严格控制实验条件，以保证样品的稳定性。此外，还应考虑到土壤中其他元素的干扰，如铁、铜等对镉元素的吸收光谱干扰，需要进行相应的背景校正或加入基体改进剂。其次，仪器的校准和标准曲线的建立是确保分析精度的关键。在进行石墨炉原子吸收分光光度法分析前，应对仪器进行校准，包括仪器的零点校准和灵敏度校准。同时，使用标准物质制备一系列不同浓度的标准溶液，通过测量各浓度下的吸光度值，建立标准曲线。在分析样品时，根据其吸光度值与标准曲线的关系，可以准确计算出样品中镉元素的浓度。此外，还应注意仪器的工作条件和操作方法。石墨炉原子吸收分光光度法对于温度、时间等工作条件要求较高。应根据具体仪器的要求，设置适当的工作温度和加热时间，以获得最佳的分析结果。同时，在样品的进样过程中，应注意避免空气中的污染物进入石墨炉，影响分析结果。最后，为了提高分析精度，还可以采用内标法或外标法进行修正。内标法是在分析过程中添加已知浓度的内标元素，通过内标元素与镉元素的比值来消除实验误差。外标法是在样品中加入已知浓度的外部标准溶液，通过测量样品和标准溶液的吸光度值，计算出样品中镉元素的浓度<sup>[4]</sup>。

## 三、火焰原子吸收分光光度法与石墨炉原子吸收分光光度法的比较

### 1. 火焰原子吸收分光光度法与石墨炉原子吸收分光光度法的优缺点对比

火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法是常用于土壤中镉元素检测的方法。它们在原理、操作和适用范围等方面存在一些差异，具有各自的优缺

点。首先,火焰原子吸收分光光度法具有快速、简便的特点。相比之下,石墨炉原子吸收分光光度法操作相对复杂。因此,火焰原子吸收分光光度法适用于大批量样品的快速分析。其次,石墨炉原子吸收分光光度法具有较高的灵敏度和准确性。由于石墨炉的高温加热作用,可以提高镉元素的气化效率和信号强度,从而提高分析的灵敏度。此外,石墨炉原子吸收分光光度法还可以减少基体干扰,提高分析的准确性。相比之下,火焰原子吸收分光光度法的灵敏度和准确性相对较低;如果采用碘化钾-甲基异丁基甲酮(KI-MIBK)萃取后分析,虽然提高了检出限并减少了共存金属成分干扰<sup>[1]</sup>,但甲基异丁基甲酮对人体有害,萃取操作也较为繁琐。然而,石墨炉原子吸收分光光度法也存在一些缺点。首先,石墨炉的加热过程需要较长的时间,导致分析周期较长。其次,石墨炉原子吸收分光光度法对实验条件的要求较高,如温度、时间等,需要仔细控制以获得准确的结果。此外,石墨炉原子吸收分光光度法在分析过程中容易受到干扰,如样品中其他元素的共存、基体效应等,需要进行相应的修正<sup>[5]</sup>。

## 2. 火焰原子吸收分光光度法与石墨炉原子吸收分光光度法在镉检测中的准确性比较

火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法在镉检测的准确性方面有一些差异。首先,火焰原子吸收分光光度法在镉元素的检测中存在一定的准确性限制。火焰原子吸收分光光度法使用火焰作为样品的气化源,由于火焰的温度较低,可能无法完全将土壤样品中的镉元素气化为原子态,从而导致部分镉元素无法被检测到。此外,火焰原子吸收分光光度法在样品基质干扰较大的情况下,对镉元素的准确测量也可能存在一定的困难。相比之下,石墨炉原子吸收分光光度法在镉元素的检测中具有更高的准确性。石墨炉原子吸收分光光度法通过高温加热作用,可以将土壤样品中的镉元素充分气化为原子态,提高了检测的灵敏度和准确性。同时,石墨炉原子吸收分光光度法还可以通过背景校正和修正曲线等方法,减少基体干扰对镉元素检测的影响,提高了准确性。然而,石墨炉原子吸收分光光度法在镉元素检测中也存在一些挑战。首先,石墨炉原子吸收分光光度法对实验条件的要求较高,如温度、时间等,需要仔细控制以获得准确的结果。其次,在样品前处理过程中,可能存在镉元素的损失或污染,这也会对准确性产生影响。

## 3. 火焰原子吸收分光光度法与石墨炉原子吸收分光光度法在土壤样品中镉的稳定性比较

火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法在检测土壤样品中镉的稳定性方面有一些差异。首

先,火焰原子吸收分光光度法在土壤样品中镉的稳定性相对较差。火焰原子吸收分光光度法使用火焰作为样品的气化源,由于火焰的温度较低,可能无法完全将土壤样品中的镉元素气化为原子态,从而导致部分镉元素无法被检测到。此外,火焰原子吸收分光光度法在样品基质干扰较大的情况下,对镉元素的准确测量也可能存在一定的困难,进一步影响了稳定性。相比之下,石墨炉原子吸收分光光度法在土壤样品中镉的稳定性较高。石墨炉原子吸收分光光度法通过高温加热作用,可以将土壤样品中的镉元素充分气化为原子态,提高了检测的灵敏度和准确性。此外,石墨炉原子吸收分光光度法还可以通过背景校正和修正曲线等方法,减少基体干扰对镉元素检测的影响,进一步提高了稳定性。然而,石墨炉原子吸收分光光度法在土壤样品中镉的稳定性也可能受到一些因素的影响。首先,在样品前处理过程中,可能存在镉元素的损失或污染,这会对稳定性产生不利影响。其次,土壤样品本身的特性,如含水量、有机质含量等,也可能对石墨炉原子吸收分光光度法的稳定性产生影响,需要在实验中予以考虑和控制<sup>[6]</sup>。

## 四、结语

综上所述,通过对火焰原子吸收分光光度法和石墨炉原子吸收分光光度法在土壤中镉的精度分析进行研究,发现两种方法各自具有优点和局限性。火焰原子吸收分光光度法操作简便快速,但在准确性和稳定性方面相对较差。石墨炉原子吸收分光光度法灵敏度高,准确性和稳定性较好,但操作较为复杂。因此,在实际应用中应根据实验需求和条件选择合适的方法。因此,本文的研究对于提高土壤中镉元素检测的精度具有一定的参考价值,为相关领域的研究和实践提供了理论和方法支持。

## 参考文献:

- [1]GB/T 17140-1997, 土壤质量 铅、镉的测定 KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法[S].
- [2]张道玉, 李家学, 盛月红等. 石墨炉原子吸收法测定土壤中铅、镉的方法探讨[J]. 医学动物防制, 2023, 39(01): 99-102.
- [3]王要才, 杨小林, 熊静等. 纳米钡基体改进剂-石墨炉原子吸收光谱法测定土壤和沉积物中镉的含量[J]. 理化检验-化学分册, 2022, 58(12): 1401-1406.
- [4]李凡, 李祥峰. 不同前处理测定土壤中镉含量的比较研究[J]. 广州化工, 2022, 50(01): 87-88+93.
- [5]GB/T 17141-1997, 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法[S].
- [6]周冬梅, 王仁宗, 范青等. 石墨炉原子吸收法测定土壤中镉[J]. 磷肥与复肥, 2020, 35(12): 36-38.