

# Research on the sources and common detection techniques of heavy metals in the soil environment

Yanlin Chen

Baoding Minke Environmental Testing Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

## Abstract

With the development of The Times, the industrial development is faster and faster, a large number of pollutants into the soil, the soil environment pollution is more and more serious. As a common type of soil pollution, heavy metal pollution directly affects the soil quality and causes serious environmental pollution and ecological damage. It is necessary for relevant personnel to deeply analyze the source and harm of heavy metals in the soil environment based on the actual situation of heavy metal pollution, and formulate targeted solution strategies on this basis. This paper starts with the soil environment, discusses the types and hazards of soil heavy metal pollution, and then with the help of professional testing equipment and technology, the pollution is detailed understanding, to facilitate the subsequent treatment. Testing personnel need to master the detection technology to ensure the play of technical functions.

## Keywords

soil environment; heavy metal pollution; detection technology

## 土壤环境中重金属的来源与常用检测技术研究

陈妍霖

保定市民科环境检测有限公司, 中国·河北保定 071000

## 摘要

随着时代的发展, 工业发展越来越快, 大量的污染物进入到土壤中, 土壤环境受到的污染就越发严重。重金属污染作为常见的土壤污染类型, 直接影响土壤质量, 造成严重的环境污染以及生态破坏, 需要相关人员结合重金属污染的实际状况, 深入分析土壤环境中重金属的来源与危害, 并且在此基础上制定针对性的解决策略。本文就从土壤环境入手, 浅谈土壤重金属污染的类型与危害, 然后借助专业的检测设备与技术, 对污染进行详细的了解, 以方便后续的治理。需要检测人员熟练掌握检测技术, 保证技术功能的发挥。

## 关键词

土壤环境; 重金属污染; 检测技术

## 1 引言

土壤重金属污染检测中, 合适的检测技术能够有效分析重金属污染的类型、成分、危害以及规模, 所以检测技术的合理应用就十分必要。然而实际应用环节, 土壤重金属污染的类型较多, 不同的检测技术也适用于不同的污染状况, 再加上外界环境的影响较多, 重金属检测技术的应用就还存在一些难点, 制约检测的精准度以及效率。此背景下, 就需要检测人员结合土壤重金属的实际需要, 合理选择恰当的检测技术, 以精准了解重金属实际状况, 为后续的治理奠定基础。如图 1 所示。



图 1 土壤重金属

【作者简介】陈妍霖 (1984-), 中国河北保定人, 本科, 工程师, 从事环境检测工作 (包括水体、土壤、大气、固体废物等) 研究。

## 2 土壤环境中重金属概述

土壤环境中的重金属是指在土壤中存在的金属元素, 这些元素通常具有较高的密度, 并且对生态系统及人类健康可能构成潜在危害。常见的重金属包括铅 (Pb)、镉 (Cd)、

汞 (Hg)、铬 (Cr)、铜 (Cu)、锌 (Zn) 等。这些重金属在土壤中的积累通常通过植物吸收进入食物链,可能影响农业生产并对生态环境造成长期影响<sup>[1]</sup>。

### 3 土壤环境中重金属的来源

根据调查,土壤中重金属的来源主要包括两个方面,一是自然活动,二是人为活动。

#### 3.1 自然来源

首先,自然界中,重金属主要通过地壳的风化、岩石的破碎和矿物质的分解释放到土壤中。例如,火山活动会释放金属元素(如铅、锌、铜)进入土壤;其次,自然风化、尘土暴风等可以把大气中的重金属(如铅、汞等)沉降到土壤表面;然后,动植物的分解过程也会将一些金属元素释放到土壤中,尤其是有机质的分解;此外,海洋中的海风、气溶胶等也能把海水中的重金属(如镉、铜等)带到陆地,沉降到土壤中。

#### 3.2 人为来源

人为来源的渠道多种多样,随着工业化的发展,重金属的来源也更加广泛。

一是工业排放,比如钢铁冶炼、铜铝冶炼等过程会释放大量的铅、铜、镉等重金属进入周围环境。还包括矿业开采,开采过程中的废水、废气和矿石粉尘往往含有大量的重金属,如铅、砷、镉等。此外还有电镀和化学工业:电镀、制药、塑料生产等行业也可能排放含有重金属的废水、废气和废渣。

二是农业活动,一些化肥和农药中可能含有重金属,如镉、铅、铬等,这些金属会通过施肥、喷洒等途径进入土壤。其次,农业人员会使用工业、生活污水灌溉农田,可能带入重金属,导致土壤污染<sup>[2]</sup>。此外,一些有机肥料(如污泥、堆肥等)中可能含有重金属,长期使用可能导致土壤中重金属浓度上升。

三是交通运输,车辆的排放中含有铅、锌、铜等重金属,这些物质可以通过空气沉降或直接沉积在土壤中。而且道路的摩擦和磨损也能将沥青、轮胎、刹车片中的金属元素(如锌、铜等)释放到土壤中。

四是废弃物和垃圾,城市垃圾和工业废弃物中可能含有重金属元素,这些元素在垃圾填埋过程中通过渗透进入土壤。而且废旧电子产品中含有大量有害物质(如铅、汞、镉等),若未经妥善处理,可能释放到土壤中。

五是能源生产与燃烧,燃煤、电厂等能源生产过程中会释放含有重金属的废气,如汞、铅、铬等,通过大气沉降进入土壤。

综上,土壤中的重金属污染大多来自人为活动,尤其是工业、农业、交通和废弃物等领域。随着人类活动的增加,重金属污染日益严重,对生态环境和人类健康构成威胁。如图2所示。



图2 土壤中重金属的来源

## 4 土壤环境中重金属的常用检测技术

### 4.1 原子吸收光谱法

原子吸收光谱法(AAS, Atomic Absorption Spectroscopy)是一种常用于土壤环境中重金属检测的分析技术。它基于金属元素在特定波长下吸收光的原理,通过测量土壤样品中重金属的吸光度来定量分析金属元素的浓度。

作业环节,原子吸收光谱法利用金属元素在高温火焰或石墨炉中被激发后,其原子吸收特定波长的光。为了确保其质量,需要相关人员通过以下步骤进行设计。首先,需要进行样品制备,土壤样品通常需要通过酸消解、溶解等步骤进行处理,以提取出可溶性重金属成分;其次要将其原子化,将样品溶液通过火焰或石墨炉加热,使其中的金属元素被转化为原子状态,形成气态原子云;然后要进行吸光度测量,原子吸收光谱仪通过一个特定波长的光源照射原子云,金属原子吸收该波长的光。吸收的光量与样品中金属浓度成正比;最后则需要定量分析,根据吸光度值,结合标准曲线,计算出土壤样品中重金属的浓度。

相较于其他技术而言,原子吸收光谱法具有高灵敏度、选择性强、操作简单以及定量精确等优势。但也存在样品前处理复杂、无法同时检测多种元素以及设备成本较高的限制。需要相关人员根据需要合理应用。

### 4.2 石墨炉原子吸收法

石墨炉原子吸收法(Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy, 简称GFAAS)是一种常用于土壤环境中重金属检测的高灵敏度分析技术。它主要用于检测土壤中低浓度的重金属元素,如铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)、汞(Hg)等<sup>[3]</sup>。

作业环节,当样品中的金属元素被激发至气态原子状态后,这些金属原子会吸收特定波长的光。通过测量这些原子吸收的光强,可以确定金属元素的浓度。首先,土壤样品通常需要进行预处理,常见的处理方法包括干燥、粉碎、筛分。然后,将处理后的样品溶解(一般采用酸溶或酸消解法)以获得液体样品;其次,需要将溶解后的液体样品注入石墨炉中,石墨炉通过分阶段加热逐步蒸发掉溶剂,并使金属元素转化为气态原子;之后,在石墨炉加热过程中,元素

原子吸收特定波长的光,仪器会记录透过样品后的光强变化,进而计算出吸光度值;然后,需要根据已知标准溶液的吸光度与浓度的关系,利用标准曲线方法,计算出土壤样品中各种金属元素的浓度。

相较于其他技术而言,石墨炉原子吸收法具有较高的灵敏度,能够检测土壤中非常低浓度的重金属元素,通常可以达到ppb(百万分之一)级别,适合分析土壤中的痕量元素。还能够提高分析的灵敏度,从而达到低检测限。主要适用于分析复杂基体的样品,包括土壤、植物、污泥等,能够有效检测其中的重金属污染物。但是,该技术在作业时,土壤样品中的金属元素通常以固体或矿物形式存在,因此在进行分析之前,土壤样品需要通过酸消解等方法进行处理。此过程可能涉及使用浓酸,且需要一定的时间。而且土壤样品的基质成分可能会影响吸光度的测定,从而导致测量误差<sup>[4]</sup>。再加上石墨炉原子吸收仪器相对较昂贵,且需要定期维护,设备的运营成本较高,通常需要结合其他方法进行分析校正。

### 4.3 化学还原法

化学还原法在土壤环境中重金属检测中是常用的一种方法,主要用于测定土壤中某些金属元素的浓度。它的原理是利用化学还原反应将金属元素从较高价态还原为较低价态(通常是可溶性的或具有特定颜色的化合物),然后通过测量这些还原产物的浓度来推算土壤中重金属的含量。

作业环节,相关人员首先需要进行前处理,包括干燥、粉碎和筛分等。接着,通常需要将土壤中的重金属提取到溶液中,常见的方法包括使用酸(如盐酸、硝酸、硫酸等)进行酸消解,或采用其他提取溶剂;其次要将土壤样品溶液与还原剂混合。常见的还原剂包括氢气、氯化亚锡( $\text{SnCl}_2$ )、亚硫酸盐、二氧化硫等,具体选择取决于目标重金属元素及其化学特性。还原剂将目标金属从高价态还原到低价态,增加金属离子的溶解度或使其形成颜色显著的络合物。还原后的金属离子会与显色剂反应,生成有色的络合物,或者形成具有特定颜色的沉淀。这些反应产物便于后续的定量测量。然后就需要进行检测,通过测量反应溶液的吸光度或其他物理性质来确定金属的浓度。

该技术灵敏度较高、适用范围广、简便经济而且定量准确,具有较强的优势。但是检测环节样品较为复杂、还原条件控制难度较大而且不适合极低浓度的检测,需要检测人员合理进行应用。

### 4.4 电化学分析法

电化学分析法是一种利用电化学原理进行土壤中重金

属检测的技术,广泛应用于环境监测领域。电化学分析法的基本原理是通过电极与土壤样品中的溶解物质发生反应,从而生成电流或电位的变化。通过测量这些变化,可以推算土壤中重金属的浓度。重金属离子在电极表面会发生氧化或还原反应,产生电流或电位差,这些信号与金属离子的浓度相关,可以通过相关的电化学仪器进行定量分析。

作业环节,要求相关人员通过以下步骤开展作业。首先,土壤样品通常需要进行酸消解或溶剂提取,以将重金属从固体土壤中溶解到液相中。常用的酸包括硝酸、盐酸、硫酸等;其次,应根据分析的重金属选择合适的工作电极(如玻碳电极、金电极、滴汞电极等)。电极表面需要进行清洁和活化,以提高分析灵敏度;之后,需要将处理后的土壤溶液放入电化学池中,连接电极并进行电化学测试(如伏安法、极谱法等),记录电流或电位的变化;然后,需要根据电化学信号(如电流或电位)与标准曲线进行对比,从而计算土壤中重金属的浓度。

实际来看,该技术尤其适用于低浓度的重金属离子的检测,而且可以实现现场实时分析,适合快速检测。再加上电化学分析法所需仪器简单且成本低,操作相对简单,不需要复杂的实验步骤,就很适合大规模监测。但是土壤样品中可能含有其他离子或化学物质,可能对分析结果产生干扰。而且土壤样品常常需要复杂的前处理过程,特别是酸消解过程,可能导致一些金属的损失,需要相关人员合理应用。

## 5 结语

随着环境保护意识的不断提高和技术水平的不断进步,未来土壤重金属检测技术将会越来越成熟,检测精准度和效率也会得到不断提升。同时,特别针对土壤重金属监测领域存在的问题,应制定更加严格的技术标准和方法标准,以确保土壤重金属的检测数据准确可靠。

### 参考文献

- [1] 李继磊,卢鹏宇,王珊珊.土壤污染的检测方法及监测技术的发展趋势[J].清洗世界,2024,40(08):145-147.
- [2] 薄乐.土壤重金属检测技术应用及其污染治理研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(14):111-113.
- [3] 赵增钦,赵皓铖.土壤污染的检测方法及监测技术的发展趋势[C]//河北省环境科学学会.华北五省市(区)环境科学学会第二十三届学术年会论文集.衡水生态环境局冀州区分局;西安科技大学研究生院,2023:4.
- [4] 李晓健,毛娜,翟玉荣,等.农田土壤中重金属检测关键技术研究[J].矿产与地质,2023,37(03):634-638+645.