

# 土壤重金属污染现状及检测技术分析

杨 婷

宁夏昊标检测服务研究院(有限公司) 宁夏 银川 750000

**摘要:** 土壤重金属污染已成为当今全球面临的重要环境问题。其来源多样,包括工业排放、农业活动、交通排放等。这类污染对环境和生态造成严重影响,并可能通过食物链对人类健康造成潜在威胁。为了有效应对这一问题,多种检测技术得以发展,如化学分析法、原子吸收光谱法、原子荧光光谱法等。然而,这些技术各有优缺点,在实际应用中需根据具体情况进行选择。因此,为全面解决土壤重金属污染问题,需要进一步强化环境治理、加强法规建设和提高公众环保意识。

**关键词:** 土壤重金属; 污染现状; 检测技术

引言: 随着现代工业和农业的快速发展,土壤重金属污染问题日益严重,已引起全球关注。重金属污染不仅损害土壤生态,还会通过食物链影响人类健康。了解土壤重金属污染的现状并掌握有效的检测技术,对防治土壤污染、保障生态安全具有重要意义。本文将深入分析土壤重金属污染的来源、现状及其对环境和人体健康的危害,并探讨当前主流的检测技术及其优缺点。

## 1 土壤重金属污染的来源

土壤重金属污染的来源是多方面的,包括工业排放、农业活动、城市垃圾、交通排放以及其他来源。这些来源的不同方式会对土壤造成不同程度的污染和影响。首先,工业排放是土壤重金属污染的主要来源之一。许多工业企业,尤其是重工业,如采矿、冶炼、化工等,在生产过程中会排放大量的废气、废水和固体废弃物,其中含有重金属元素,如汞、镉、铅等。这些重金属元素在自然条件下难以分解,会在土壤中积累,对环境和生态造成长期影响。其次,农业活动也是土壤重金属污染的重要来源。在农业生产中,为了提高产量和防治病虫害,大量使用化肥、农药和农用地膜等化学物质。这些化学物质中往往含有重金属元素,如汞、镉、铅等,会随着农田排水和雨水冲刷进入土壤,导致土壤重金属污染。此外,一些农业活动如污水灌溉、污泥施用等也会将重金属带入土壤中,造成污染。另外,城市垃圾也是土壤重金属污染的一个来源。城市垃圾中往往含有大量的重金属元素,如汞、镉、铅等。这些垃圾被填埋或焚烧后,会释放出重金属元素,对土壤造成污染。此外,一些城市垃圾处理设施也可能将重金属带入土壤中,如垃圾填埋场的渗滤液等。交通排放也是土壤重金属污染的一个不可忽视的来源。随着城市化进程的加速,交通工具的数量不断增加,尾气排放和轮胎磨损

成为土壤重金属污染的重要来源之一。这些排放物中含有大量的重金属元素,如汞、镉、铅等,会随着雨水和空气流动进入土壤中<sup>[1]</sup>。最后,其他来源也可能对土壤造成重金属污染。如某些自然矿物和火山活动也可以释放出一些重金属元素;此外,一些工业生产和生活中使用的物质也可能含有重金属元素,如油漆、电池等,在使用过程中可能会对环境和土壤造成污染。总之,土壤重金属污染的来源是多方面的,需要我们从各个方面进行预防和治理。只有通过科学合理的措施和方法,才能够有效控制和减少土壤重金属污染。

## 2 土壤重金属污染的现状分析

土壤重金属污染的现状是一个复杂而严峻的问题,涉及到全国范围、地区性、不同类型土壤等多个层面。首先,从全国范围内的土壤重金属污染现状来看,我国土壤重金属污染的总体形势较为严峻。据相关部门的数据显示,我国耕地面积约为18.26亿亩,其中受到不同程度重金属污染的耕地面积约为 $3.60 \times 10^7$ 公顷,占全国耕地总面积的1/5左右。这些重金属元素主要包括镉、汞、砷、铅、铬等,其中以镉、铅等毒性较大的元素为主。这些重金属元素主要来源于工业废弃物、污水灌溉、农药和化肥的过度使用等。其次,地区性土壤重金属污染现状也不容忽视。在一些工矿企业密集、人口密集的城市和工业区,土壤重金属污染问题尤为突出。例如,长三角、珠三角和京津冀地区,由于长期的工业生产和城市化发展,土壤重金属污染问题十分严重。在这些地区,不仅土壤中的重金属含量较高,而且还会对地下水和地表水造成不同程度的污染,影响人们的健康和生活质量。另外,不同类型的土壤也存在不同程度的重金属污染问题。由于不同类型的土壤质地、有机质含量、颗粒大小等性质不同,其对重金属的吸附和富集能力也有

所不同。一般来说,砂质土和粘质土对重金属的吸附能力较弱,而壤质土则相对较强。因此,在实际治理中需要针对不同类型土壤采取相应的措施和方法。最后,土壤重金属污染的现状问题及原因分析表明,我国土壤重金属污染的主要原因包括工业废弃物排放、城市化进程中污水和垃圾处理不当、农业活动中化肥和农药的过度使用等。为了解决这些问题,需要从多个方面入手,加强环境保护法律法规的制定和执行力度,推广清洁生产技术,提高废弃物的资源化利用率,加强土壤污染防治宣传教育等。总之,我国土壤重金属污染的现状是复杂而严峻的。为了保护环境和生态健康,需要加强法律法规建设、提高环境监测和治理能力、加强宣传教育等方面的工作,推动我国土壤重金属污染防治工作的全面开展。

### 3 土壤重金属检测技术分析

随着工业化和城市化的快速发展,土壤重金属污染问题日益严重。土壤重金属污染不仅影响农作物的生长和产量,还可能通过食物链进入人体,对人体健康造成严重危害。因此,对土壤重金属进行快速、准确、高效的检测具有重要意义。

#### 3.1 化学分析法

化学分析法是一种广泛应用于土壤重金属检测的方法,它的历史可以追溯到科学发展的早期阶段。这种方法的主要特点是通过化学反应将待测元素转化为可测定的形式,然后利用各种精密仪器进行定量分析。原子吸收光谱法(AAS)和原子荧光光谱法(AFS)是化学分析法中的两种主要技术。在AAS中,待测元素被加热到高温,使其原子化,然后通过吸收特定波长的光来测定其浓度。而在AFS中,待测元素被激发到激发态,然后通过发射特定波长的光来测定其浓度。这两种方法都具有非常高的灵敏度和准确度,能够准确地测定土壤中的重金属含量。化学分析法的优点主要体现在以下几个方面:首先,它的灵敏度高,能够检测到非常低浓度的重金属;其次,它的准确度好,能够提供非常可靠的检测结果;再次,它的操作简便,只需要一些基本的化学知识和实验技能就可以进行操作;最后,它的结果可以直接用于环境质量评估和污染控制。然而,化学分析法也存在一些问题。首先,它需要大量的试剂,这不仅增加了实验成本,也可能导致环境污染。其次,由于化学反应的复杂性,实验过程中可能会出现一些误差,这可能影响到检测结果的准确性。此外,一些化学试剂可能对人体有害,因此实验人员需要采取适当的防护措施<sup>[2]</sup>。总的来说,化学分析法是一种非常重要的土壤重金属检测方法,尽管存在一些问题,但其优点使得它在环境科学

和工程领域仍然得到了广泛的应用。

#### 3.2 原子吸收光谱法

原子吸收光谱法是一种基于原子吸收原理的光谱分析方法。该方法通过测量样品中金属元素在特定波长的光吸收程度,来计算出样品中金属元素的含量。原子吸收光谱法具有灵敏度高、准确度好、选择性强等优点,适用于多种金属元素的检测。然而,该方法需要使用昂贵的仪器设备,且对样品的前处理要求较高。原子吸收光谱法的原理是利用待测元素所产生的原子蒸气对特定波长光的吸收作用来进行定量分析。当一束平行的特定波长光通过含有待测元素的样品时,该元素所产生的原子蒸气会对这束光产生吸收作用,从而使得透射光强度减弱。通过测量透射光强度的变化,可以计算出样品中待测元素的含量。原子吸收光谱法具有许多优点。首先,它具有非常高的灵敏度和准确度。由于该方法是通过测量光吸收程度来计算样品中金属元素的含量,因此它能够非常准确地测量出微量金属元素的含量。其次,原子吸收光谱法具有很强的选择性。由于不同金属元素所产生的原子蒸气对特定波长光的吸收作用不同,因此可以通过选择不同的波长来分别测量不同金属元素的含量。此外,原子吸收光谱法还具有快速、简便、易于操作等优点。然而,原子吸收光谱法也存在一些缺点。首先,它需要使用昂贵的仪器设备。这些设备包括光源、分光系统、检测器等部件,价格昂贵且维护成本较高。其次,原子吸收光谱法对样品的前处理要求较高。在进行测定之前,需要对样品进行适当的溶解、稀释等处理,以便于获得准确的测量结果。此外,由于该方法只能测量金属元素的含量,因此不能用于非金属元素的测定<sup>[1]</sup>。

#### 3.3 原子荧光光谱法

原子荧光光谱法是一种基于原子荧光原理的光谱分析方法。该方法通过测量样品中金属元素产生的荧光强度,来计算出样品中金属元素的含量。原子荧光光谱法具有灵敏度高、准确度好、线性范围宽等优点,适用于多种金属元素的检测。然而,该方法同样需要使用昂贵的仪器设备,且对样品的前处理要求较高。原子荧光光谱法的原理是利用激发光源使待测元素原子被激发到高能态,然后当这些原子返回到基态时会发射出特征荧光。通过对这些荧光进行测量和分析,可以确定样品中金属元素的含量。原子荧光光谱法具有许多优点。首先,它具有非常高的灵敏度,能够检测到非常低浓度的金属元素。其次,它具有较高的准确度,能够准确地测量样品中金属元素的含量。此外,它还具有较宽的线性范围,能够适应不同浓度范围内的金属元素检测。然

而,原子荧光光谱法也存在一些缺点。首先,它需要使用昂贵的仪器设备,包括激发光源、分光系统和检测器等。这些设备不仅价格昂贵,而且维护成本也较高。其次,它对样品的前处理要求较高。在进行检测之前,需要对样品进行适当的前处理,如溶解、稀释和过滤等。这些前处理步骤可能会影响检测结果的准确性。

### 3.4 电感耦合等离子体质谱法

电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)是一种基于等离子体激发和质谱分析原理的高精度、高灵敏度的元素分析方法。该方法通过将样品中的金属元素转化为离子态,然后利用质谱仪对其进行定量分析。ICP-MS具有灵敏度高、准确度好、线性范围宽、多元素同时检测等优点,是目前最理想的土壤重金属检测方法之一。ICP-MS仪器主要由等离子体发生器、雾化器、质谱仪和数据处理系统四部分组成。在工作过程中,样品首先经过雾化器雾化成微小颗粒,然后进入高温等离子体中进行原子化和激发。激发后的离子在磁场作用下被分离并进入质谱仪进行质量分析和定量测定。ICP-MS具有许多优点。首先,它具有非常高的灵敏度,可以检测到非常低浓度的元素。其次,它具有较高的准确度和精密性,可以对样品中的元素进行准确定量。此外,ICP-MS还具有较宽的线性范围,可以同时检测多种元素。这些优点使得ICP-MS成为土壤重金属检测的理想方法之一。然而,ICP-MS仪器价格昂贵,且对样品的前处理要求较高。因此,在使用ICP-MS进行土壤重金属检测时,需要对样品进行严格的前处理,以确保检测结果的准确性和可靠性。

### 3.5 X射线荧光光谱法

X射线荧光光谱法(XRF)是一种基于物质对X射线的荧光发射原理的光谱分析方法。该方法通过测量样品中金属元素产生的X射线荧光强度,来计算出样品中金属元素的含量。XRF具有灵敏度高、准确度好、操作简便、快速等优点,适用于多种金属元素的检测。然而,XRF仪器价格相对较高,且对样品的前处理要求较高。

XRF技术利用了物质在受到X射线照射时会产生荧光的原理。当X射线照射到样品表面时,样品中的原子会被激发并释放出能量。这些释放的能量会以荧光的形式重新辐射出来,形成特征性的光谱。通过对这些光谱进行分析,可以确定样品中各种金属元素的含量。XRF技术具有许多优点。首先,它具有非常高的灵敏度和准确度。由于XRF技术可以直接测量样品中金属元素产生的荧光强度,因此它能够非常准确地确定样品中金属元素的含量。此外,XRF技术还具有操作简便、快速的优点。与传统的化学分析方法相比,XRF技术不需要进行复杂的前处理步骤,也不需要使有毒或危险的试剂。这使得XRF技术成为一种非常实用和高效的分析方法。然而,XRF技术也存在一些局限性。首先,XRF仪器价格相对较高。这使得XRF技术在某些情况下不太适合作为常规的分析方法。其次,XRF技术对样品的前处理要求较高。为了保证测量结果的准确性,样品必须经过适当的处理才能进行测量。这可能会增加分析过程的复杂性和成本。

### 结束语

土壤重金属污染已成为全球性环境问题,对人类健康和生态系统造成严重威胁。为了准确评估土壤重金属污染程度,发展有效的检测技术至关重要。目前,虽然有多种检测方法可供选择,但各有局限性。未来的研究应更加关注方法的准确性和操作的简便性,以适应大规模、快速检测的需求。此外,为了更好地防治土壤重金属污染,还需从源头上控制污染物的排放,加强环境监管和宣传教育,促进生态和经济的可持续发展。

### 参考文献

- [1]宋伟.中国耕地土壤重金属污染概况[J].水土保持研究,2019(4):293-298.
- [2]范拴喜.土壤重金属污染评价方法进展[J].中国农学通报,2020,26(17):310-315.
- [3]康爱华.土壤重金属光谱检测方法的探析[J].工程技术:全文版,2019(12):314.