

土壤中重金属含量检测技术分析

钱 亮

江苏省华东南工地质技术研究有限公司 江苏 南京 210000

摘 要：本文介绍了土壤中重金属含量检测的意义，阐述了电感耦合等离子体质谱技术、新型传感器技术和原位监测技术在土壤重金属含量检测中的应用和优势，并探讨了未来土壤重金属含量检测技术的发展趋势。

关键词：土壤；重金属；检测技术；分析

引言：土壤重金属污染是当前环境问题的重要方面之一，对人类健康和生态系统造成了严重地威胁。为了有效防控土壤污染，进行准确的土壤重金属含量检测是至关重要的。本文将介绍一些先进的土壤重金属含量检测技术，并探讨其在实际应用中的优势和局限性。

1 土壤中重金属含量检测意义

土壤中重金属含量检测具有非常重要的意义，它直接关系到环境和人类健康的安全。随着工业化和城市化的快速发展，土壤污染问题日益突出，其中重金属元素的污染尤为严重。因此，进行土壤中重金属含量检测，对于防控土壤污染、保护环境和人类健康具有重要的作用。

1.1 环境保护方面

土壤中的重金属元素一旦超标，会对环境造成严重的损害。重金属元素在土壤中难以被降解，会长期存留并逐渐积累，对土壤生态环境造成威胁。同时，重金属元素还可以通过土壤侵蚀、地下水渗透等途径进入水体和大气中，对水环境和大气环境造成污染。因此，进行土壤中重金属含量检测，可以及时发现土壤污染问题，为环境保护提供科学依据。

1.2 农业安全生产方面

土壤中的重金属元素对农业生产具有很大的影响。重金属元素会干扰作物的正常生长和发育，降低农产品的产量和品质，甚至导致作物死亡。此外，重金属元素还可以在作物体内积累，通过食物链危害人类健康。因此，进行土壤中重金属含量检测，可以保障农业生产的稳定和安全，确保农产品质量安全。

1.3 人类健康保障方面

土壤中的重金属元素对人类健康具有潜在地危害^[1]。重金属元素可以通过呼吸和食物摄入等途径进入人体，对人体的神经系统、肝脏、肾脏等器官造成损害。例如，铅中毒会影响儿童智力发育和神经系统功能，汞中毒会引起神经系统的损伤和肾脏功能异常。因此，进行土壤中重金属含量检测，可以为保障人类健康提供科学

依据。

2 土壤中的重金属含量检测技术

2.1 原子吸收光谱法

土壤中的重金属含量检测是保障生态环境健康和人类生活安全的重要手段。原子吸收光谱法是一种常用的土壤重金属检测方法，其原理是基于原子能级跃迁时对特定波长的光的吸收，通过测量光源在特定波长下被吸收的比例，来推算出被测样品中的重金属含量。首先，在进行土壤重金属检测之前，需要对土壤样品进行预处理。通常采用的方法是湿式消化法，即将土壤样品与强酸混合，在加热条件下将土壤中的有机物和矿物质转化为可被测定的形态。在此过程中，需要使用高精度的温度计和计时器，以确保样品在指定的温度和时间条件下充分消化。接下来，将处理后的样品放入原子吸收光谱仪中，通过光源发射出特定波长的光，使其通过样品溶液。当光通过样品时，其中的重金属会吸收特定波长的光，使得通过样品后的光强度减弱。通过测量光源在通过样品前后的光强度，可以计算出样品中的重金属含量。

在进行重金属含量检测时，需要注意以下几点：首先，选择合适的光源和测量波长对于获得准确的检测结果至关重要。不同种类的重金属元素需要使用不同的光源和测量波长。因此，在进行检测前，需要确定使用何种光源和测量波长，以确保检测结果的准确性。其次，选择合适的样品处理方法也非常重要。湿式消化法虽然能够将大多数土壤中的重金属转化为可测定的形态，但是不同土壤类型和不同元素之间的消化方法可能存在差异^[2]。因此，在进行样品处理前，需要仔细了解所检测元素的性质和土壤类型，以选择合适的消化方法。最后，为了保证检测结果的准确性，需要对原子吸收光谱仪进行定期的校准和维护。同时，操作人员也需要经过专门的培训和训练，以确保正确使用和维护仪器设备。

2.2 电感耦合等离子体发射光谱技术

电感耦合等离子体发射光谱（ICP-OES）技术是一种

常用的检测土壤中重金属含量的方法。该方法具有灵敏度高、准确度高、干扰少等优点，被广泛应用于环境监测、土壤污染治理、农业生态安全等领域。电感耦合等离子体发射光谱技术的基本原理是利用高温等离子体激发重金属元素，使其达到激发态，然后通过发射光谱的方式进行检测。在激发态下，重金属元素会释放出特定的光谱，通过检测这些光谱的强度和特征，可以确定重金属元素的含量。在土壤中重金属含量检测中，电感耦合等离子体发射光谱技术主要通过以下步骤实现：

2.2.1 样品前处理

土壤样品需要进行前处理，以去除其中的有机物和无机物干扰。一般采用酸消解、微波消解等方法，将土壤样品中的重金属元素溶解出来，以便后续的检测。

2.2.2 仪器调试

在进行检测前，需要对电感耦合等离子体发射光谱仪器进行调试，确保其工作状态正常。调试内容包括仪器参数的设置、光源的校准、标准曲线的绘制等。

2.2.3 样品检测

将处理后的土壤样品导入电感耦合等离子体发射光谱仪器中，进行重金属元素的检测。在检测过程中，仪器会自动记录重金属元素的特征光谱和强度，并生成相应的检测报告。

2.2.4 结果分析

根据检测报告中的数据，可以对土壤样品中的重金属含量进行分析。通过与国家标准或行业标准进行比较，可以判断土壤是否受到污染，以及污染程度是否超标。根据分析结果，可以采取相应的措施进行土壤治理和修复。

2.3 电化学分析检测技术

电化学分析检测技术是土壤中重金属含量检测的一种重要方法。这种方法基于重金属在电极上的电化学反应，能够快速、准确测定土壤中的重金属含量。电化学分析检测技术的原理是，重金属在电极上会发生氧化或还原反应，生成电流。通过测量电流的大小，可以计算出重金属的含量。由于不同的重金属具有不同的电化学反应，因此可以通过选择适当的电极和电位，实现对不同重金属的测定。在土壤中重金属含量检测中，常用的电化学分析检测技术包括阳极溶出伏安法、示波伏安法、交流示波伏安法等。这些方法均具有较高的灵敏度和选择性，能够满足土壤中重金属含量测定的要求。阳极溶出伏安法是一种常用的电化学分析检测技术，其基本原理是将工作电极设置为阴极，将待测重金属离子还原为金属，并在工作电极上富集。随后，将工作电极设

置为阳极，使富集在电极上的金属氧化，生成电流。通过测量电流的大小，可以计算出待测重金属离子的含量。示波伏安法是一种基于线性扫描伏安法的电化学分析检测技术，其基本原理是通过示波器记录电流随电位的变化曲线。通过分析曲线中的峰形和峰高，可以确定待测重金属离子的含量^[3]。交流示波伏安法是一种基于示波伏安法的改进技术，其基本原理是通过在电极上施加小幅度交流电压，使电极上产生的电流信号与电压信号相互作用。通过分析相互作用后的信号，可以确定待测重金属离子的含量。

2.4 生物传感器法

土壤中的重金属检测是环境保护和公共健康的重要议题。重金属在土壤中的累积不仅对土壤生态系统和植物生长产生负面影响，而且可能通过食物链进入人体，对人类健康造成危害。因此，对土壤中重金属的准确检测至关重要。在众多的检测方法中，生物传感器法因其快速、灵敏和环保等优点而受到广泛关注。生物传感器法利用生物体或其衍生物作为识别元件，与目标物质发生特异性反应，并借助适当的信号转换器将反应结果转化为可测量的电信号或光信号。在土壤重金属检测中，生物传感器主要分为酶类传感器、免疫传感器和植物细胞传感器等类型。酶类传感器是利用某些酶对特定重金属的敏感性，将其活性与重金属浓度相关联。例如，碱性磷酸酶在遇到底物时会释放出磷酸根离子，当其与重金属离子反应时，释放的磷酸根离子数量与重金属浓度成正比。因此，通过测量磷酸根离子的释放量，可以确定土壤中重金属的含量。免疫传感器则是利用抗体的特异性识别作用来检测重金属离子。抗体与重金属离子结合后，会发生一系列的结构变化，这些变化可以被转换成可定量输出的信号。例如，荧光免疫传感器就是通过荧光物质标记抗体，当抗体与重金属离子结合时，荧光物质的荧光性质发生变化，从而实现重金属的检测^[4]。植物细胞传感器利用了植物细胞对重金属的响应机制。当植物细胞接触到重金属离子时，它们会通过一系列的生理和生化反应来应答。例如，一些植物在接触到重金属时，其根系会分泌出特定的氨基酸和多肽，这些物质可以与重金属离子发生特异性结合。通过测量这些物质的含量，就可以间接地了解土壤中重金属的含量。

3 土壤重金属含量检测技术实施的策略

3.1 提高检测的精准度

提高土壤重金属含量检测的精准度对于环境保护和人类健康具有重要意义。

3.1.1 样品采集和处理

样品采集和处理是提高土壤重金属含量检测精度的关键步骤之一。在采集土壤样品时,需要确保样品的代表性和均匀性。可以通过多点采集、混合样品的方式来减少采样误差。在样品处理阶段,应避免污染和交叉干扰。例如,使用干净的容器储存样品,避免使用含有重金属的试剂等。

3.1.2 选择合适的检测方法

土壤重金属含量检测的方法有很多,包括化学分析法、原子吸收光谱法等。每种方法都有其特定的优点和局限性。因此,选择合适的检测方法是提高检测精度的关键。需要根据待测重金属的类型、土壤性质和实验室条件等因素选择合适的检测方法。

3.1.3 减少干扰因素

土壤中的多种成分可能会对重金属检测产生干扰。例如,土壤中的有机质、硅酸盐、磷酸盐等可能会干扰重金属的测定。因此,在检测过程中,需要采取措施减少这些干扰因素。例如,可以通过添加基体改进剂来减少干扰,或者采用特殊的检测技术如导数光谱法等来消除干扰。

3.1.4 控制检测误差

在土壤重金属含量检测中,检测误差可能来自仪器噪声、样品处理误差、环境因素等。为了提高检测精度,需要对检测误差进行控制和减小。例如,可以使用高精度的仪器和设备,对仪器进行定期维护和校准等。

3.1.5 数据分析和处理

在完成土壤重金属含量检测后,需要对数据进行合适的数据分析和处理。这包括数据的统计和修正、背景值和阈值的确定、数据分析和解释等。通过合适的数据处理方法,可以更准确地评估土壤中的重金属含量,并制定相应的环境保护和风险管理策略。

3.2 智能化仪器的运用

随着科技的不断进步,土壤重金属含量检测已经逐渐实现了智能化。智能化仪器在土壤重金属检测中的运用,为检测工作带来了许多便利和效益。首先,智能化仪器在样品处理上提供了高效、自动化的解决方案。传统的土壤重金属检测需要繁琐的样品前处理,包括样品

采集、样品制备、溶解等步骤。而智能化仪器可以将这些步骤整合在一台设备中,通过自动化地操作完成样品处理过程,大大节省了时间和人力成本。其次,智能化仪器具备高灵敏度和准确性。通过采用先进的光学、电化学或生物传感技术,智能化仪器能够对土壤中微量的重金属进行精确的定量分析。与传统的化学分析方法相比,智能化仪器能够提供更可靠的数据,减少了误差和不确定性。另外,智能化仪器还具备实时监测和在线分析的能力。传统的土壤重金属检测通常需要将样品送回实验室进行分析,时间周期较长。而智能化仪器可以实现快速地在实验室进行分析,只需将传感器直接插入土壤中,即可实时监测土壤中重金属含量的变化。这种实时性地监测使得问题的发现更加及时,有助于采取相应的控制和管理措施。此外,智能化仪器还具备数据处理和结果展示的功能。通过与计算机或移动设备的连接,智能化仪器可以实现数据的自动记录、存储和分析。同时,它们还能够生成报告和图表,直观地展示土壤重金属含量的分布情况和趋势变化,为决策提供科学依据。

结语

土壤重金属含量检测技术的发展对于环境保护和人类健康具有重要意义。通过不断地技术创新和应用实践,我们可以提高土壤重金属含量检测的准确性和可靠性,为制定科学合理的环境保护措施提供依据。未来,随着技术的进一步发展和成熟,将出现更多高效、低成本、便携式的土壤重金属含量检测方法和技术,为解决土壤污染问题提供更强大的技术支持。

参考文献

- [1]小莉,支光琴.土壤中重金属含量检测技术分析[J].中国金属通报,2020(02):152-153.
- [2]艾曼,李新丽.土壤中的重金属污染及检测技术分析[J].湖北农机化,2019(08):18.
- [3]陈莹玮.土壤中重金属含量检测技术分析研究[J].中国金属通报,2018(10):218+220.
- [4]问小莉,支光琴.土壤中重金属含量检测技术分析[J].中国金属通报,2020,000(003):152-153.