

# 土壤重金属检测方法应用现状及趋势发展

于梦翌

山东省地质矿产勘查开发局第四地质大队 山东潍坊 261021

**摘要:** 在工业生产过程中,不可避免地会产生许多含金属元素废渣,若未经妥善处置,将对生态环境造成严重破坏,严重时还会威胁到人们的生产和生活。因此,国家要对工业生产中的重金属污染物进行严格控制,对土壤中的重金属污染物进行实时监控,从技术水平上来提升重金属污染处理能力和生态环境保护能力。在此基础上,本文首先对土壤重金属检测的必要性和常用方法进行了介绍,然后对其在实际应用中的现状进行了简要的分析,并对其未来的发展方向进行了展望,以便为相关技术人员提供参考。

**关键词:** 土壤重金属检测; 检测方法; 应用优势

## Application Status and Trend of Soil Heavy Metal Detection Methods

Mengyi Yu

The fourth Geological Group, Shandong Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Weifang 261021, Shandong, China

**Abstract:** In the process of industrial production, there will inevitably be a lot of waste residues containing metal elements, if not properly disposed of, will cause serious damage to the ecological environment, serious will also threaten people's production and life. Therefore, the state should strictly control heavy metal pollutants in industrial production, carry out real-time monitoring of heavy metal pollutants in the soil, and improve the treatment capacity of heavy metal pollution and the ecological environment protection capacity from the technical level. On this basis, this paper first introduced the necessity and common methods of soil heavy metal detection, and then briefly analyzed its current situation in practical application, and prospected its future development direction, in order to provide reference for relevant technical personnel.

**Keywords:** Soil heavy metal detection; Detection method; Application advantage

### 引言

土壤作为天然生态系统中的一个关键因素,在我国的社会经济发展过程中,由于大量的污染物质和农药的大量使用,使得土壤中的重金属污染日趋严重。重金属原子是指密度大于 $5.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的金属元素。在重金属污染下,植物根系活性下降,植物吸收和积累大量重金属,人体食用富含重金属的农作物后,会产生大量的重金属在体内积累,从而对人体组织和脏器产生损害,严重者甚至会引起生命危险。近年来,人们对土壤中的重金属含量进行了大量调查和分析,并对其进行了分析。目前,对土壤中重金属污染的监测主要有三种方法:化学法、物理法和生物法。文章对常用的原子吸收、原子荧光等光谱、质谱法和X射线荧光光谱等进行了综述。

### 1 土壤重金属检测方法应用的必要性

随着时代的发展,人民群众的生活条件逐步改善,人民群众对自己的健康问题也日益关注。土壤中的重金属污染严重危害人类的生命安全,加强对其监测技术的研发显得尤为必要。近年来,随着科学技术的发展,我国的土壤重金属检测技术取得了很大的进展,但是与国外相比,仍然有很大的差距。在进行土壤重金属的检测时,必须尽量减少检测时间。在对土进行原位测试时,所获得的数据是直接而清晰的,而在对土壤层中的金属元素进行测试时,则需将二个因素相结合,以使得对土壤中重金属元素的测试结果更为直接而准确。

### 2 土壤重金属检测化学方法的应用现状

#### 2.1 原子荧光光谱法

原子荧光光谱法是利用原子水蒸气对特定浓度待测物质进行辐射能激发,从而实现土壤中重金属探测。在常规情况下,待测物质中的荧光与待测物质含量之比满足朗伯-比尔法则,并可利用荧光作用力对土壤中的各种物质进行准确测定。

利用AFS进行土壤中的重金属元素测定,主要有AFS法。AFS方法最大优点是具有较高的灵敏度和较短的谱线。目前所知道的20个可以用这种方法探测到;在待测物质的含量较少的情况下,标定曲线的变化幅度可达3~5个量级,尤其是采用激光器作激励光源的情况下。不过这种方法也存在一些缺点,比如会产生一些散光的影响,以及荧光猝灭效果。原子荧光光谱法的用途很广,可以用于医药、矿物质、环境科学等领域。

## 2.2 原子吸收光谱法

原子吸收光谱法是以气体基态原子的外部电子对相应原子谐波发射光线的紫外和可见光谱吸收强度为基础,通过分析来测量特定气体原子对光辐射吸收。其基本原则是,在中空阴极管中,发射光在某一波长下,经过被探测一种物质的一种原子水蒸气时,其一部分会被其所吸收,而经过探测装置光线则会被探测出其所吸收的量。通过测定各元素对光线的吸收量,可以得到各元素的密度。在农艺实验中使用了一种原子吸收光谱仪。主要用途有:农业环境评价分析,农业水质分析,土壤成分分析,土壤基准分析,化肥和蔬菜的微量元素分析等。该办法具有如下优势:在进行农产品检验时具有较高的精度和较强的抗干扰性,适用范围广,灵敏度高,最显著的优势是具有较高的选择性。然而,采用原子吸收光谱法也存在诸多缺陷,例如难以确定多个元素,难以进行非金属元素的检测和复杂样品分析。

## 2.3 电感耦合等离子体发射光谱

电感耦合等离子体发射光谱法主要是按照要求,在特殊光源条件下,对元素离子和原子会产生特征辐射,通过仪器分析,来对元素进行定量分析和定性分析。该技术应用于农业检验,多应用于土壤及水样品的痕量测定与分析。电感耦合等离子体发射光谱法在痕量元素检测中具有分析速度快,检测时间短,操作简单等特点。电感耦合等离子体发射光谱法具有较大的动力学线性,一般为5~6个量级,因而可用于较少的和较多的元素的测定。能够在同一时间内,对多个成分的定量和定性分析。电感耦合等离子体发射光谱法还可以对某些非金属元素进行分析,具有分析效率高,背景干扰小,精确度高等优点。

## 2.4 电化学分析方法

电化学分析方法是对电解过程中得到的极化电极电流-电位(或电位-持续时间)变化曲线进行分析,从而对溶液中被测物质的含量进行判断。可应用于环境中铜、铅、镉、锌、镍等重金属元素的测定,操作简便,线性范围宽,准确度高,仪器设备成本较低。主要有单线极谱仪、示波极谱仪和催化极谱仪等。陈志慧等人提出了一种适合于pH为3.6-10.5的土壤中有效态钼的检测方法,该方法具有检出限低,精密度高,相对误差小等优点。这种方法需要有很强的试验和数据处理能力。

## 3 土壤重金属检测物理方法的应用现状

用物理方法来检测土壤中的重金属,其目的是要解决被测物质的化学和物理特性,并在此基础上,对被测物质在被激活后所产生的化学特性谱线进行分析,从而对其进行定性和定量。该方法具有能对土壤样品进行直接检测,操作简单,不会生成废液等特点。大体包含以下三个方面的技术。

### 3.1 X射线荧光光谱法

X射线荧光光谱是一种将有机小分子从基本状态转变为一个能量较大的能量状态,并在特定的光谱范围内发射出一种发光物质,利用该发光物质的光谱特征,可以确定有机小分子的种类及含量。X射线荧光光谱法可实现对多种痕量重金属的同步测定,显著提高了分析效率,已被广泛用于土壤中的重金属分析。采用这种方法制备的样本简单,成本低,各项技术指标都比较好。X射线荧光光谱技术最大的缺点是X射线对人有很强的辐射效应,而且还要考虑到土壤、仪器设备和人为因素的干扰。通过对该技术的改进和样品制备技术的革新,使其在实际中得到广泛的应用。

### 3.2 激光诱导击穿光谱法

激光诱导击穿光谱法是利用激光作为激发光源,对原子进行辐照的一种新方法。本发明利用一种新型的脉冲激励设备,在被测物体的表面上形成一种高亮度的激光束。在产生了这些电浆之后,这些电浆会随着电浆的注入而逐渐固化,并且会随着电浆的注入而释放出相应的波段,这些波段就是电浆的主组分。利用感光、光谱等仪器对其进行检测和计算,并将量化的模式整合起来,得出其主要组分种类和组成特征。这种方法具有非破坏性,效率高,操作简单,成本低等优点。相关研究人员采用了Fourier分析方法,对LIVET频谱数据进行了研究,得到的测定值的相对偏差在10%之内。目前,激光诱导击穿光谱法存在光谱不稳定、探测下限高、准确度低、仪器价格昂贵、操作繁琐、受散射等问题。

### 3.3 测汞仪法

测汞仪法使用的是低压汞灯发出的特征光谱,它可以对吸附池中的汞蒸汽进行直接照射,汞原子会对低压汞灯特征光谱进行吸收,并使其强度下降,再通过光电检测器进行检测,最后在屏幕上将吸收信号的反应值显示出来。本法操作简便,无废液生成,适用于大型试验,可作为一种常用的土壤中Hg分析方法。发测汞仪法具有很高的检测效率,灵敏度、准确性和精确度都很高,与传统的检测方法相比,具有明显的优越性。

## 4 土壤重金属检测生物法的应用现状

近几年,利用微生物法对土壤中的重金属进行了测定。目前,该技术采用的是对动植物个体、群体或群落的动态变化进行监测,采用的是生物检测技术,具有较强的生态学意义。

### 4.1 酶抑制法

酶抑制法是基于重金属对酶活性具有抑制效应的特性,在对土壤中的重金属进行直接定量的过程中,如何选取合适的酶缓冲体系,具有快速、简便、样品用量小等优点。

### 4.2 生物传感器法

生物传感器具有原位、远程等优点,具有方便快捷的特点。采用生物传感器法检测土壤中的Hg,避免了复杂的前处理过程。

## 5 土壤重金属检测方法的发展趋势

伴随着科学技术的发展,土壤重金属检测方法也得到了迅速发展,但在实际应用时,仍存在着一些缺陷,有些技术有待提高。

### 5.1 检测仪器智能化

重金属的测定离不开各种测定设备,而测定设备又是测定重金属的主要手段。随着科技的发展,对仪器的性能的需求也越来越高,现代化重金属分析方法不但需要快速准确的分析数据,还需要简便的操作,从而降低分析费用。在今后的发展中,仪表的发展将朝着操作简单化、智能化和自动化的方向发展,对操作人员的要求将会降低。目前,在土壤检测中的前期处理设备的研发上,国内尚处于一片空白,为推动检测的更好发展,迫切需要开展样本前期处理自动化或半自动化设备的研究。就测试设备的智能化而言,这是设备发展的必经之路。目前,部分智能射线

探测设备的价格较高,极大地制约了其普及,所以,如何将设备的价格降到最低,从而提高其在土壤重金属探测中的应用,是今后的工作重点。

### 5.2 检测结果精准化

在土壤重金属检测中,从光学仪器的应用到各种检测方法的联用,检测结果出线情况是逐步的下降,检测准确性也得到较大提高,并且能够进行检测的范围也更加宽广,很多的检测工作者喜欢采用多种检测方法联用来实现检测。从土壤重金属检测的历史来看,从50年代开始,检测仪器和设备有了重大的突破;到了60年代,随着电脑技术的应用,检验技术有了长足的进步;从20世纪90年代开始,随着计算机技术和微电子技术的发展,计算机技术和人工神经网络技术得到了广泛的应用。新技术的应用使得现有的高准确率得到极大提升。尤其是在目前的检测技术中,采用了传感器技术,该技术的运用使得对重金属的检测既有生物分析,又有电化学分析。在多种复杂的、高灵敏度的条件下,这种新型的传感技术是保证其准确率的关键。

## 结语

综上所述,土壤中的重金属含量测定技术是解决环境问题的一种有效手段,在环境污染和环境治理中具有十分重要的意义。与此同时,土壤中的重金属检测也是一项长期性的工作,必须加强对土壤中的污染状况的关注,增加对土壤中重金属检测技术的投资和支持,让土壤中的金属检测方法更加完善,从而为保护土壤中的环境,改善土壤污染状况加一分力。

## 参考文献:

- [1]曹艳梅.土壤重金属检测方法的应用及发展趋势研究[J].环境与发展,2020,32(08):105-106. DOI:10.16647/j.cnki.cn15-1369/X.2020.08.060.
- [2]钟礼汉.土壤重金属检测方法的应用及发展趋势研究[J].化工管理,2019(35):58-59.

## 作者简介:

于梦翌(1984.1—),男,汉族,山东省潍坊市人,本科学历,工程师,主要研究土壤、地下水和废水的无机和有机分析。