

加强有害物质元素检测促进环保经济发展

杨晓燕（海检检测有限公司，山东 青岛 266235）

摘要：本论文旨在研究和总结有害物质元素铅、镉、汞在环境中的检测方法。铅、镉、汞是常见的环境污染物，其对人体健康和生态系统产生的潜在威胁引起了广泛的关注。因此，准确、快速、灵敏的检测方法对于监测和评估环境污染的程度至关重要，可以减少污染，节约能源，提高环境质量，增加环境效益。

关键词：铅、镉、汞；环境污染；检测方法；准确性；环境效益；循环经济

0 引言

随着工业化进程的加速和人类活动的增加，大量有害物质元素铅、镉、汞被释放到环境中，导致严重的环境污染问题。这些元素对人类健康和生态系统都具有毒性和累积性，因此，为了及时发现和评估环境中的铅、镉、汞含量，必须开发出高效、准确的检测方法。

本论文主要研究目前常用的有害物质元素铅、镉、汞在环境中的检测方法，对其优缺点进行综合评价，促进检测应用更好的服务于环保经济。

1 加强环境中有害物质元素检测的必要性

尽管有害物质元素在环境中被认为是不利的，这些物质元素的存在提醒我们环境的脆弱性，并促使人们意识到保护环境的重要性。

首先，有害物质元素的存在可以反映出人类活动对环境的影响。随着工业化和城市化的加剧，大量的污染物被排放到大气、水和土壤中。这些有害物质的存在使我们不得不面对自己对环境所造成的破坏。当我们看到水体中的重金属超标或是森林中的酸雨时，时刻提醒我们解决环境问题的紧迫性，从而激发起对环境保护的关注。

其次，有害物质元素的存在也催生了环境科学的发展。科学家们通过研究有害物质对环境和人类健康的影响，不断提出新的环境保护措施和技术。毒理学、环境工程等学科的兴起，为我们更好地认识和应对有害物质元素提供了重要的科学依据。这些研究的结果不仅使我们能够更好地预防和减少污染，还为环境治理提供了可行的解决方案。

2 有害物质元素检测方法概述

2.1 传统的仪器分析方法

2.1.1 原子吸收光谱法

常用的方法之一是原子吸收光谱法（Atomic Absorption Spectroscopy, AAS）。通过测量样品中特定元素的吸

收光谱，可以确定该元素的浓度。然而，AAS方法只能检测单一元素，并且在检测过程中需要进行样品的处理和预处理，增加了分析的复杂性和耗时。

2.1.2 电感耦合等离子体质谱法

电感耦合等离子体质谱法（Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS）。这种方法使用高温的等离子体将样品中的有害元素转化为带电离子，并通过质谱仪分析质量-电荷比来确定元素的浓度。ICP-MS方法具有高灵敏度和高选择性，可以同时检测多种元素，在环境监测中被广泛应用。然而，由于设备昂贵、操作复杂和需要高技术水平的操作人员，ICP-MS方法在一些实验室和野外环境中的应用受到限制。

2.1.3 硫化物发生原子荧光光谱法

硫化物发生原子荧光光谱法（Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrometry, HG-AFS）是传统的仪器分析方法之一。该方法利用样品中的硫化物与盐酸反应生成挥发性的氢化物，再通过氢化物发生器将氢化物转化为气态。气态氢化物进入原子荧光光谱仪中，通过原子荧光光谱技术进行检测和分析。硫化物发生原子荧光光谱法具有高灵敏度、高选择性、低检测限和快速分析的优点。它可以检测和分析环境中微量的铅、镉、汞等有害物质元素，广泛应用于环境监测、食品安全等领域。然而，硫化物发生原子荧光光谱法也存在一些局限性。

首先，该方法需要使用有机溶剂进行样品前处理，增加了实验的复杂性。

其次，样品中存在干扰物质时，可能会影响到检测结果的准确性和可靠性。

2.1.4 电化学分析法

电化学分析法是一种传统的仪器分析方法，通过测量电化学过程中的电流、电压或电荷转移来确定样品中的有害物质元素含量。这种方法基于电化学反应原理，利用电化学电位和电流与被测物质浓度之间的

关系进行分析。

在电化学分析法中,常用的技术包括电位法、伏安法和电导法。其中,电位法主要通过测量电位的变化来分析有害物质元素的含量。它可以利用电极对之间的电势差来测量溶液中的有害物质浓度。伏安法则通过测量电位与电流之间的关系,利用法拉第定律来确定样品中的元素含量。电导法则是通过测量电解质溶液中的电导率来分析有害物质元素的含量。这些方法具有操作简便、快速、准确度较高的优点,能够用于检测环境中的铅、镉、汞等有害物质元素。但是电化学分析法也存在一些限制,要有一定专业的实验条件和设备支持。对复杂样品的处理和准备过程可能会影响分析结果。

2.2 新兴的生物传感技术应用促进环保效益

2.2.1 免疫传感技术提高检测灵敏度

免疫传感技术是一种基于生物学反应原理的检测方法,利用生物分子的亲和性和特异性来检测目标物质。在环境中的有害物质元素检测中,免疫传感技术已经证明了其高灵敏度和高选择性的优势。免疫传感技术的基本原理是通过将目标物质与特定的抗体结合,并利用标记物质对抗体-目标物质复合物进行检测。这些标记物质可以是荧光染料、酶或放射性同位素等,从而实现对目标物质的定量检测。在环境中有害物质元素的检测中,免疫传感技术可以应用于水、土壤、空气等多种样品中。例如,针对铅、镉、汞等有害物质元素的免疫传感技术可以通过收集水样,提取目标物质,并与特定抗体结合,利用光学仪器或电化学方法进行定量测定。

这种技术不仅具有高灵敏度和高选择性,还能够快速、准确地检测环境中的有害物质元素。除了在水样中的应用,免疫传感技术还可以应用于土壤和空气样品中的有害物质元素检测。例如,在土壤样品中,可以通过收集土壤样品,提取目标物质,并与特定抗体结合,通过光学或电化学方法进行检测。而在空气中的有害物质元素检测中,免疫传感技术可以通过收集空气样品,提取目标物质,并与特定抗体结合,利用电化学方法进行检测。

总之,免疫传感技术是一种新兴的生物传感技术,它在环境中的有害物质元素检测中具有很大的潜力。其高灵敏度和高选择性使其成为一种理想的检测方法,可以帮助我们更好地了解环境中的有害物质元素的含量和分布情况,为环境保护和健康评估提供重要的

依据。

2.2.2 DNA 传感技术提高检测精准高效性

DNA 传感技术是一种新兴的生物传感技术,它利用 DNA 分子的高度特异性和稳定性来检测环境中的有害物质元素。DNA 传感技术的原理是基于 DNA 与目标物质之间的特异性识别和结合,通过检测 DNA 与目标物质的相互作用以获得定量或定性的结果。在 DNA 传感技术中,常用的方法之一是基于 DNA 的互补配对原理。

通过设计特定的 DNA 探针,这些探针具有与目标物质的 DNA 序列互补的碱基序列,因此能与目标物质发生特异性的互补配对。一旦目标物质存在,探针就会与其结合形成 DNA 复合物,这种复合物的形成可以通过各种信号转导机制来检测。另外一种常用的 DNA 传感技术是利用 DNA 修饰的纳米材料。通过将 DNA 修饰在纳米材料表面上,可以使得这些纳米材料对目标物质具有高度选择性和灵敏性。当目标物质存在时,它会与 DNA 纳米材料发生特异性的相互作用,导致纳米材料的物理性质发生变化。这种变化可以通过各种手段,如电化学、光学或质谱等技术来检测。DNA 传感技术在环境中有害物质元素的检测中具有许多优势。

首先,DNA 传感技术具有高度的特异性和灵敏性,可以准确地识别和定量目标物质的存在。

其次,DNA 传感技术的操作简便,不需要复杂的仪器和试剂,使得检测成本降低并且能够在现场进行。此外,DNA 传感技术还可以实现实时监测和追踪目标物质在环境中的分布和转移。然而,DNA 传感技术也存在一些挑战和限制。

首先,DNA 传感技术的选择性和灵敏性受到目标物质与 DNA 探针的互作以及环境条件的影响。因此,需要对传感系统进行优化和验证,以确保其准确性和可靠性。

其次,DNA 传感技术还需要进一步研究和改进,以提高其实时监测的灵敏度和响应速度。

2.2.3 生物传感器技术提升污染源控制

生物传感器技术是一种新兴的方法,可以用于检测环境中的有害物质元素,如铅、镉、汞等。生物传感器是一种基于生物组织或生物分子的设备,可以与目标物质发生特定的生物反应,并通过测量所产生的信号来确定目标物质的存在和浓度。在生物传感器技术中,常见的一种是酶传感器。酶是一种生物催化剂,

具有高度特异性和灵敏性。通过将目标物质与特定的酶相互作用,可以产生可测量的电化学信号。例如,可以使用葡萄糖氧化酶来检测环境中的铅离子。当铅离子存在时,它们会与酶结合并抑制其活性,导致电化学信号的变化。通过测量这种信号的变化,可以确定铅离子的浓度。除了酶传感器,还有其他类型的生物传感器技术可用于检测有害物质元素。例如,使用抗体或 DNA 序列作为生物识别元素的免疫传感器和核酸传感器。这些传感器具有高度的选择性和灵敏性,可以实现对目标物质的高效检测。生物传感器技术的优势在于其快速、便捷和可携带性。与传统的分析方法相比,生物传感器技术不需要复杂的实验室设备和昂贵的试剂,可以在实地进行检测。这使得生物传感器技术成为环境监测和食品安全等领域的理想选择。然而,生物传感器技术也面临一些挑战。例如,生物传感器的灵敏度和稳定性仍然需要进一步提高。此外,对于复杂的环境样品,如土壤和水体,生物传感器的应用可能会受到干扰物质的影响。因此,未来的研究应该致力于解决这些问题,并进一步推动生物传感器技术在环境检测中的应用。

3 新型检测仪器和技术应用取得的环保经济效益

3.1 新型检测仪器应用节约检测成本

传统仪器分析方法是过去常用的检测有害物质元素的方法之一。其中,原子吸收光谱仪(AAS)是最常见的一种。AAS通过测量样品中有害物质元素吸收特定波长的光来确定其浓度。虽然AAS在确定元素浓度方面具有高度准确性和灵敏度,但其仪器复杂,操作繁琐,需要大量的样品前处理工作,且只能适用于单一元素分析。此外,AAS也有一定的仪器成本和运营费用,对于一些资源有限的实验室来说,可能不太实用。

另一个常见的传统仪器分析方法是电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)。与AAS相比,ICP-MS具有更高的灵敏度和分析速度,且能够同时检测多种元素。ICP-MS通过将样品中的元素离子化,然后通过质谱仪测量其质量和相对丰度来确定元素浓度。然而,ICP-MS仪器的复杂性和高昂的成本限制了其在一些实验室中的应用。

3.2 生物传感技术应用取得显著优势

生物传感技术作为一种检测和监测有害物质元素的方法,具有许多优点和局限性。

首先,生物传感技术具有高灵敏度和高选择性的

特点。通过利用生物体内的生物分子,如酶、抗体和细胞等,可以实现对特定有害物质元素的高灵敏度检测。这种高度选择性的特点使生物传感技术能够准确识别和测量目标物质,而不受其他干扰物质的影响。

其次,生物传感技术具有快速响应和实时监测的能力。由于生物传感器对目标物质的识别和反应速度较快,因此可以在短时间内迅速检测到有害物质元素的存在,并实时监测其浓度变化。这种快速响应的特点为环境监测和污染防治提供了重要的支持。此外,生物传感技术还具有可重复使用 and 低成本的特点,优势显著。相比传统的物理化学方法,生物传感技术可以通过简单的处理和再生,多次使用于不同样品中进行检测。而且,生物传感技术所需的设备和试剂成本相对较低,使其在大规模应用和普及方面具有优势。值得注意的是生物传感技术对环境条件的要求较高,温度、湿度和 pH 等环境因素均会对生物传感器的性能产生影响,因此在实际应用中需要对环境进行严格控制,确保发挥出其最大效能。

4 结论

本文综述了环境中常见的有害物质元素铅、镉和汞的检测方法,包括传统的仪器分析方法和新兴的生物传感技术。通过比较不同方法的原理、优缺点和适用范围,我们发现各种方法都有其独特的优势和局限性。传统的仪器分析方法准确可靠,但需要复杂的仪器设备和专业技术。而生物传感技术具有灵敏度高、快速便捷等优点,但对样品预处理要求较高。在实际应用中,可以根据具体需求选择合适的检测方法。环境中有害物质元素的准确检测对于环境保护和人类健康具有重要意义,未来的研究可以进一步改进方法的灵敏度和特异性,提高检测效率和准确性。

参考文献:

- [1] 刘宏伟,贾丽平,等.有机磷酸盐改进的电感耦合等离子体质谱法检测土壤中的重金属[J].环境科学学报,2019,39(3):1073-1079.
- [2] 高磊,张明,等.硫化物发生原子荧光光谱法检测水体中的汞[J].分析化学,2018,46(1):47-52.
- [3] 陈霄,李明,等.光谱法快速检测土壤中铅、镉和汞的研究[J].中国环境监测,2017,33(1):85-89.
- [4] 陈向阳,何亚妮,等.生物传感技术在环境中铅、镉、汞检测中的应用研究进展[J].中国环境管理,2016,8(6):72-77.