

# 农业用水中重金属污染的快速检测方法策略研究

乔灵芝

宁夏中科精科检测技术有限公司 宁夏 银川 750000

**摘要：**农业用水重金属污染威胁农产品安全与生态。简述常见重金属污染源，如工业废水排放等。强调快速检测方法的必要性，包括对多种检测技术原理及特点的概括，提及策略在提升检测效率、保障农业用水安全方面的意义。

**关键词：**农业用水；重金属污染；快速检测方法；检测策略

引言：农业用水质量关乎农业生产的根基。随着工业化进程，重金属污染农业用水现象频发。这些重金属进入水体后，可通过灌溉等方式进入土壤与农作物，影响农产品质量与生态环境。快速检测方法及相关策略的研究，对保障农业用水安全意义重大。

## 1 农业用水重金属污染现状

### 1.1 污染源

农业用水中的重金属污染源广泛。首先，工业废水的不合理排放是重要源头之一。许多工业生产过程中会产生含有重金属（如汞、镉、铅等）的废水，这些废水若未经严格处理直接排入环境，可能会渗入地下水或流入河流、湖泊，进而污染农业用水。其次，农业生产活动自身也会带来污染。例如，长期大量使用含重金属的化肥、农药，这些物质在土壤中积累后，可能随着雨水冲刷等过程进入水体。再者，矿山开采过程中产生的废渣、尾矿等废弃物，其中的重金属会在雨水淋溶等作用下进入周边水体，最终影响农业用水的质量。这一系列污染源相互交织，使得农业用水重金属污染问题日益严峻，对农业生态系统和农产品安全构成严重威胁。

### 1.2 污染危害

农业用水中的重金属污染危害众多且严重。重金属一旦进入水体，会对水生生物产生直接毒害作用。例如，汞会损害鱼类的神经系统，影响其生长、繁殖，甚至导致死亡。镉在水生生物体内积累后，可通过食物链传递，最终进入人体，危害人体健康。对于农作物而言，受重金属污染的农业用水灌溉会导致作物生长受阻。一方面，重金属可能干扰植物对养分的吸收，使作物出现营养不良的症状；另一方面，会影响作物的生理代谢过程，如抑制光合作用、呼吸作用等。而且，受污染的农产品一旦进入市场，会对消费者的健康造成潜在风险，如铅中毒可能影响人体的神经系统、血液系统和肾脏功能等，严重威胁人类的生命安全和生活质量。

## 2 快速检测方法

### 2.1 物理检测法

物理检测法在农业用水重金属污染检测中具有独特的优势。物理检测法主要基于重金属的物理特性进行检测。例如，光谱分析法，它通过测量重金属原子或离子在特定波长下的吸收或发射光谱来确定其含量。这种方法具有检测速度快、精度较高的特点。另外，电化学检测法也是常用的物理检测手段之一。它利用重金属离子在电极表面发生氧化还原反应时产生的电流、电位等电化学信号来检测其浓度。物理检测法不需要复杂的化学试剂处理，操作相对简便，可以在较短时间内对农业用水中的重金属进行初步筛查。然而，物理检测法也存在一定局限性，例如，某些物理检测方法对低浓度重金属的检测灵敏度可能不够高，而且仪器设备相对昂贵，对操作人员的技术要求也较高，这在一定程度上限制了其在一些基层检测站点的广泛应用。

### 2.2 化学检测法

化学检测法是检测农业用水重金属污染的经典方法。其中，比色法是较为常见的一种。比色法基于重金属离子与特定试剂发生化学反应后产生的颜色变化来确定其含量。这种方法操作简单，成本较低，适合于现场的初步检测。例如，利用二硫腈与汞离子反应生成橙红色络合物，通过比色来测定汞的含量。另外，滴定法也在化学检测中占有重要地位。滴定法通过向含有重金属离子的溶液中滴加已知浓度的标准溶液，直至反应达到化学计量点，根据消耗的标准溶液体积来计算重金属离子的浓度。化学检测法的优点在于其准确性较高，方法成熟稳定。但是，化学检测法往往需要进行样品的预处理，如消解、分离等操作，这一过程较为繁琐，耗时较长，而且部分化学试剂具有一定的毒性，对环境和操作人员存在潜在危害。

### 2.3 生物检测法

生物检测法是一种新兴的农业用水重金属污染检测方法。生物检测法利用生物对重金属的敏感性来检测其污染程度。例如,某些微生物(如细菌、藻类等)在受到重金属污染时,其生长、代谢等生理活动会发生改变。通过监测这些微生物的生理指标变化,如生长速率、酶活性等,可以间接反映农业用水中的重金属污染状况。另外,植物也可作为生物检测的指示生物。一些植物对特定重金属具有富集能力,当土壤或水体中重金属含量超标时,植物会表现出叶片发黄、生长迟缓等症状。生物检测法具有成本低、对环境友好等优点,能够反映重金属对生物的实际影响。然而,生物检测法的检测结果易受环境因素(如温度、光照、pH值等)的影响,且检测周期相对较长,检测精度也有待进一步提高。

### 3 检测策略

#### 3.1 基于传感器技术的检测策略

传感器技术在农业用水重金属污染检测中具有重要意义。传感器能够对水中特定的重金属离子进行识别和定量分析。例如,离子选择性电极传感器,它是一种专门针对特定离子具有选择性响应的电化学传感器。对于像汞离子这样的重金属离子,离子选择性电极可以通过膜电位的变化来检测其浓度。这种传感器的工作原理基于离子交换和扩散过程,当含有汞离子的农业用水与电极膜接触时,汞离子会与膜内的离子交换位点发生相互作用,从而引起膜电位的改变。通过精确测量这种电位变化,并借助能斯特方程等相关理论,就可以准确计算出汞离子的浓度。

在国内,随着科技的不断发展,传感器技术的研发和应用也在不断推进。许多科研机构和企业致力于开发更加高效、精准且成本低廉的重金属离子传感器。一方面,从材料科学的角度出发,研究人员不断探索新型的传感材料,这些材料具有更好的选择性、灵敏度和稳定性。例如,纳米材料的应用为传感器性能的提升带来了新的机遇。纳米级别的材料具有较大的比表面积,能够提供更多的活性位点,从而增强对重金属离子的吸附和检测能力。另一方面,在传感器的集成化和小型化方面也取得了显著进展。小型化的传感器便于携带和现场操作,可以及时在农业用水的源头或者灌溉渠道等地方进行检测,大大提高了检测的时效性。而且,通过集成多种传感器,可以实现对多种重金属离子的同时检测,这对于全面评估农业用水的重金属污染状况非常关键。

#### 3.2 现场与实验室结合策略

现场与实验室结合的检测策略是应对农业用水重金属污染检测的有效途径。在实际检测中,现场检测能够

快速获取初步结果,及时发现可能存在的污染问题。现场检测可以采用便携式的检测仪器,如便携式光谱仪、电化学检测仪等,这些仪器操作简便,可以在较短时间内对农业用水进行检测。然而,现场检测由于受到环境条件和仪器精度的限制,其检测结果可能存在一定的误差。因此,需要将现场检测与实验室检测相结合。实验室检测具有高精度、高灵敏度的特点,可以对现场采集的水样进行更深入、细致的分析。

在具体操作过程中,现场检测人员应严格按照标准操作流程进行检测,确保初步结果的可靠性。一旦发现可疑水样,要迅速、妥善地将水样运输到实验室。实验室在接收水样后,应运用先进的仪器设备,如电感耦合等离子体质谱仪等,对水样中的重金属进行全面分析,包括检测一些现场仪器难以精确测定的痕量重金属元素。同时,实验室还可以对现场检测仪器进行校准和验证,提高现场检测的准确性。通过这种现场与实验室的紧密结合,可以为农业用水重金属污染检测提供一套完整、精确的检测体系,保障农业用水的质量安全。

#### 3.3 光谱分析检测策略

光谱分析是检测农业用水中重金属污染的一种有效方法。其中,原子吸收光谱法(AAS)是应用较为广泛的一种。AAS基于原子对特定波长光的吸收特性来测定元素的含量。当处于基态的原子吸收了特定波长的光后,会跃迁到激发态,通过测量这种吸收光的强度,就可以确定样品中相应元素的浓度。例如,在检测农业用水中的铅元素时,将水样经过适当的预处理后,使其转化为原子态,然后利用铅原子对特定波长光(如283.3nm)的吸收特性进行检测。

原子吸收光谱仪的使用已经较为普及,许多环境监测实验室和农业科研单位都配备了这种仪器。为了提高检测的准确性和效率,国内在仪器的改进和优化方面做了很多工作。一方面,提高仪器的分辨率,能够更精确地分辨出不同元素的吸收峰,从而避免元素之间的干扰。另一方面,开发自动化的样品处理和进样系统,减少人为操作误差。此外,电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)也是一种重要的光谱分析方法。ICP-AES具有多元素同时分析的能力,可以在较短的时间内对农业用水中的多种重金属元素如铜、锌、镉等进行检测。它的原理是利用高频感应电流产生的高温等离子体使样品原子化并激发,然后通过检测元素发射的特征光谱来确定其含量。国内在ICP-AES技术的应用上也不断发展,在仪器的国产化方面取得了一定成果,降低了检测成本,使得更多的农业相关部门能够应用这种先进的检

测技术。

### 3.4 样本预处理优化策略

在农业用水重金属污染检测中，样本预处理是至关重要的环节。传统的样本预处理方法可能存在操作繁琐、耗时较长以及可能引入新的误差等问题。因此，优化样本预处理策略具有重要意义。

首先，针对不同类型的农业用水样本，如灌溉水、雨水收集用于农业的部分等，应采用个性化的预处理方法。对于含有较多悬浮物和杂质的水样，可以先采用过滤、离心等物理方法进行初步分离，确保后续检测的准确性。其次，在化学预处理方面，需要精确控制试剂的用量和反应条件。例如，在消解过程中，要根据水样中有机物的含量准确调整消解剂的浓度和消解时间，避免消解不完全或过度消解。再者，随着现代分析技术的发展，可以探索一些新型的预处理技术，如微萃取技术。这种技术能够在较小的样本量下实现高效的富集和分离，不仅节省样本量，还能提高检测的灵敏度。通过优化样本预处理策略，可以提高整个检测流程的效率和准确性，为农业用水重金属污染的快速检测奠定坚实的基础。

### 3.5 风险评估导向的检测策略

在农业用水重金属污染检测中，引入风险评估导向的检测策略是十分必要的。农业用水中的重金属污染并非孤立存在，其与农业生产、农产品质量以及人类健康等多方面风险紧密相连。

从农业生产的角度来看，不同的重金属对农作物的生长、发育和产量有着不同的影响。例如，镉会影响植物的光合作用和营养吸收，铅可能阻碍植物根系的生长。因此，在检测时，应根据当地主要农作物对重金属的敏感性，优先检测那些可能对农作物产生重大风险的重金属元素。对于农产品质量安全方面，一些重金属容易在农作物中积累，通过食物链进入人体。风险评估导向的检测策略能够依据农产品的消费模式和市场流向，确定检测的重点区域和重点重金属。例如，在供应本地市场的农产品产区，重点检测当地居民消费量大的农产品所易受污染的重金属。从人类健康风险的角度，要考虑不同人群对重金属的暴露途径和耐受程度。儿童和孕妇等特殊人群对重金属更为敏感，所以在检测时要更严

格地把控与这些人群相关的农业用水的重金属含量。通过这种风险评估导向的检测策略，可以使检测资源得到更合理的分配，更有效地保障农业生产、农产品质量和人类健康。

### 3.6 大数据辅助的检测策略

随着信息技术的飞速发展，大数据在农业用水重金属污染检测领域有着巨大的应用潜力。大数据辅助的检测策略能够为检测工作带来多方面的优势。

一方面，通过收集大量的农业用水样本数据，包括不同地区、不同季节、不同水源类型的样本信息以及对应的重金属检测结果，可以建立起全面的数据库。利用这些数据，可以分析出重金属污染的时空分布规律。例如，某些地区在特定季节可能由于工业排放增加或者土壤侵蚀等原因导致农业用水中重金属含量升高。另一方面，大数据可以与其他相关数据进行整合，如当地的土壤类型、农业生产方式、气象数据等。通过数据挖掘和分析技术，可以找出这些因素与重金属污染之间的潜在联系。这有助于深入理解农业用水重金属污染的成因。此外，大数据还能够为检测方法的优化提供依据。根据大量的检测数据，可以评估不同检测方法在不同情况下的准确性和可靠性，从而选择最适合的检测方法。同时，基于大数据开发的智能预测模型，可以对未来农业用水中重金属污染的趋势进行预测，提前采取相应的防范措施。借助大数据辅助的检测策略，可以提高农业用水重金属污染检测的科学性、精准性和前瞻性。

结束语：农业用水重金属污染的快速检测方法策略研究是保障农业可持续发展的关键。通过深入了解污染现状，合理运用多种检测方法并实施有效的检测策略，能够及时发现污染问题，为农业用水安全保驾护航，从而推动农业生产朝着绿色、健康的方向发展。

### 参考文献

- [1]王明华,张丽娜.重金属污染的治理与环境保护[J].环境保护,2023,28(5):112-118.
- [2]李晓明, et al.废水中重金属元素的快速检测方法比较[J].分析化学,2024,40(2):67-73.
- [3]孙程万.γ环糊精生物炭用于降低农业用水重金属的机制研究[D].河北工程大学,2022.