

废水化学成分检测方法优化措施

陈志伟

江苏优嘉植物保护有限公司 江苏 南通 226000

摘要:随着工业化进程加快与环保标准日益严格,废水化学成分准确检测成为污染治理与环境监管的关键环节。本文聚焦于废水化学成分检测方法的优化。剖析了现有检测方法的缺陷,包括检测准确性受干扰因素和误差干扰、检测流程繁琐耗时导致效率低下、仪器设备与试剂消耗带来的高成本问题,以及对特殊废水检测存在的局限性。针对这些问题,提出了一系列优化措施,如革新检测技术与原理,强化检测仪器性能,简化并自动化检测流程,以及降低检测成本。通过选择经济实用的方法和仪器、合理使用替代试剂等方式,旨在提升废水化学成分检测水平,为废水处理提供有力支撑。

关键词:废水化学成分;检测方法;优化措施

引言:在当今社会,工业活动的蓬勃发展产生了大量废水,废水化学成分的准确检测成为保障生态环境和水资源安全的关键环节。精准检测废水成分,有助于制定科学的废水处理策略,保护生态平衡。然而,当下的废水化学成分检测方法在实际运用中,暴露出准确性欠佳、效率不高、成本高昂以及对特殊废水检测能力不足等问题。这些问题严重阻碍了废水检测工作的顺利进行。故而,深入探究废水化学成分检测方法并提出优化举措,对提升检测质量与效率具有重要的现实意义。

1 废水化学成分检测方法概述

废水化学成分检测是保障水环境安全、推动废水科学处理的核心环节。目前,废水化学成分检测方法种类丰富,涵盖化学分析法、仪器分析法等。化学分析法作为传统检测手段,通过化学反应对废水中的化学成分进行定性和定量分析,例如利用酸碱滴定法测定废水的酸碱度,通过沉淀反应测定某些金属离子的含量,该方法操作相对简便,对实验条件要求较低,在一些基层检测中广泛应用。仪器分析法则凭借先进的科学仪器,实现对废水化学成分的快速、精准检测。如高效液相色谱法(HPLC),能够分离和测定废水中复杂的有机化合物;原子吸收光谱法(AAS),可对微量金属元素进行高灵敏度检测;电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS),不仅能检测多种金属元素,还具备同时分析多元素的能力,适用于痕量和超痕量元素的检测。此外,光谱分析、电化学分析等方法也各有优势,在废水化学成分检测中发挥着重要作用^[1]。

2 现有废水化学成分检测方法存在的问题

2.1 检测准确性问题

2.1.1 干扰因素影响

废水中成分复杂,众多干扰因素影响检测准确性。一方面,废水中共存的不同化学成分会发生化学反应,改变目标成分的存在形态和浓度,如某些络合剂与金属离子形成络合物,干扰原子吸收光谱法对金属离子的准确测定;另一方面,样品采集和保存过程中,环境因素如光照、温度等会导致成分变化,微生物的活动也可能分解或转化某些物质,使检测结果偏离实际情况,无法真实反映废水化学成分。

2.1.2 检测误差来源

检测误差来源广泛。仪器本身的性能局限是重要因素,如部分仪器灵敏度不足,难以检测到痕量成分;不同仪器的校准差异也会带来误差。操作人员的专业水平和操作习惯同样影响结果,移液、滴定等操作不规范,读取数据时的人为偏差,都会导致检测误差。此外,实验环境中的振动、电磁干扰等物理因素,以及试剂纯度不达标等,也会引入误差,降低检测的准确性。

2.2 检测效率问题

2.2.1 检测流程繁琐

现有废水化学成分检测流程环节众多且复杂。从样品采集开始,需严格遵循规范进行多点采样、混合,以确保样品代表性;进入实验室后,样品预处理步骤繁琐,包括过滤、消解、萃取等,部分特殊样品还需多次净化,以去除杂质干扰;之后才进入正式检测环节,检测完成后还要对数据进行分析、整理和复核,任何一个环节出现疏漏都可能影响检测结果,层层相扣的复杂流程极大地制约了检测效率。

2.2.2 检测时间长

检测时间过长是现有检测方法的突出问题。一方面,部分检测技术对样品处理要求高,如采用传统消解方法处

理复杂废水样品，往往需要数小时甚至更长时间来完全分解样品；另一方面，一些仪器检测步骤耗时久，像气相色谱 - 质谱联用仪（GC - MS）对复杂混合物进行分离检测时，单个样品分析周期可能长达几十分钟，若遇到样品数量多、检测项目复杂的情况，整体检测时间会成倍增加，难以满足快速获取检测结果的需求。

2.3 检测成本问题

2.3.1 仪器设备成本

废水化学成分检测所需仪器设备成本高昂。精密检测仪器如电感耦合等离子体质谱仪（ICP - MS）、高分辨液相色谱仪等，采购价格动辄数十万元甚至上百万元，这对许多检测机构和企业来说是巨大的资金压力。同时，仪器的安装调试需要专业技术人员和特定的实验环境，增加了额外的成本投入。此外，仪器在使用过程中需要定期维护和校准，部分核心部件使用寿命有限，更换成本也不容小觑，进一步加重了仪器设备的使用成本负担。

2.3.2 试剂消耗成本

检测过程中试剂消耗量大，成本居高不下。一些特殊检测项目需使用价格昂贵的高纯试剂和标准物质，例如痕量元素检测时，需使用高纯度的酸类试剂进行样品消解，标准溶液的配制也依赖价格不菲的高纯金属或化合物。而且，在检测过程中，为保证检测结果的准确性和重复性，常常需要进行多次平行实验，导致试剂用量大幅增加。此外，部分试剂具有较强的腐蚀性或毒性，使用后需进行特殊处理，这也间接增加了试剂使用的综合成本。

2.4 对特殊废水的检测局限性

特殊废水成分复杂、性质特殊，现有检测方法存在诸多局限性。如含高浓度盐分的废水，在检测过程中，大量盐类物质会干扰检测仪器的信号，导致原子吸收光谱等仪器的检测灵敏度降低，甚至出现信号漂移，难以准确测定目标成分；高色度废水则会影响比色法等光学检测手段的准确性，样品颜色会掩盖目标物质的显色反应，使检测结果出现偏差。此外，对于含有生物毒性物质、放射性物质或未知复杂有机物的特殊废水，常规检测方法可能无法识别和定量分析，且缺乏针对性的检测技术和标准，导致检测结果不全面、不准确，难以满足特殊废水检测的实际需求^[2]。

3 废水化学成分检测方法的优化措施

3.1 改进检测技术与原理

3.1.1 新型检测技术的应用

新型检测技术为废水化学成分检测带来新突破。生

物传感器技术利用生物活性物质对特定化学成分的特异性识别，实现对废水污染物的快速检测，如酶传感器可灵敏检测废水中的酚类物质，具有响应快、选择性高的特点。纳米材料技术在检测领域的应用也日益广泛，纳米颗粒独特的光学、电学性质，可用于构建高灵敏度的检测探针，增强检测信号，提升对痕量成分的检测能力。此外，基于微流控芯片的检测技术，将复杂的检测流程集成到微小芯片上，实现样品的快速分离、反应与检测，不仅能减少试剂消耗，还可显著提高检测效率，为废水化学成分检测提供了更高效、便捷的解决方案。

3.1.2 优化现有检测原理

对现有检测原理进行优化可有效提升检测性能。以光谱分析为例，通过改进光源和检测器，增强光信号强度和检测灵敏度，能降低检测限，更准确地测定痕量成分。在色谱分析中，优化分离条件，如改进固定相材料、调整流动相组成和配比，可提高化合物的分离效率，缩短分析时间，同时增强对复杂成分的分辨能力。此外，对电化学分析原理进行优化，引入新的电极材料和修饰技术，可改善电极表面性质，增强电极对目标物质的响应，提高检测的选择性和稳定性，使现有检测技术在废水化学成分检测中发挥更大作用。

3.2 提升检测仪器性能

3.2.1 仪器的升级与维护

仪器的升级与维护是保障检测质量的核心。在升级方面，硬件升级可显著提升仪器性能，如将原子吸收光谱仪的传统雾化器更换为高效雾化器，能提高样品雾化效率，增强检测灵敏度；为高效液相色谱仪更换新型色谱柱填料，可优化分离效果，缩短分析时长。软件系统升级同样重要，采用智能化数据分析软件，可自动进行数据校准与误差修正，大幅提升数据处理效率。维护环节需建立规范化流程。定期对仪器进行清洁，防止灰尘、腐蚀性气体对精密部件的损害；严格按照周期校准仪器，确保检测数据的准确性；及时更换进样阀、密封圈等易损件，避免因部件老化影响检测结果。同时，加强操作人员的专业培训，使其熟练掌握仪器操作与基础维护知识，保障仪器稳定运行，延长使用寿命。

3.2.2 仪器联用技术

仪器联用技术整合不同仪器的特性，为废水检测提供更全面的分析能力。气相色谱 - 质谱联用（GC-MS）技术结合气相色谱的高效分离与质谱的精准定性，可快速识别废水中挥发性有机物，即使是痕量污染物也能准确定量。液相色谱 - 质谱联用（LC-MS）适用于热稳定性差、大分子化合物检测，在农药残留、生物毒素分析中

优势显著。电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）与高效液相色谱（HPLC）联用，可实现金属元素的形态分析，不仅可测定元素总量，还能区分不同化学形态，对研究金属环境行为意义重大。仪器联用技术突破单一仪器局限，实现多组分、多形态同步分析，极大提升检测的准确性与全面性，为废水化学成分检测提供更可靠的数据支撑。

3.3 优化检测流程

3.3.1 简化样品预处理步骤

样品预处理步骤繁琐是制约检测效率的重要因素，简化预处理流程可显著提升检测速度。传统预处理方法中，过滤、消解、萃取等步骤耗时较长，且操作复杂易引入误差。可引入新型预处理技术，如采用固相萃取小柱替代传统液-液萃取，不仅能减少有机溶剂使用量，还可通过自动化装置快速完成样品富集与净化，缩短操作时间。对于复杂废水的消解过程，微波消解技术可利用高频微波快速加热样品，相比传统电热板消解，大幅缩短消解时间，同时减少样品挥发损失，提高检测准确性。此外，开发快速过滤技术和集成化预处理设备，将多个预处理步骤集成，实现样品从采集到检测前处理的一站式操作，进一步简化流程，降低人为操作带来的误差风险。

3.3.2 自动化检测系统的应用

自动化检测系统的应用是提升检测效率与稳定性的关键。传统人工操作检测流程受人员操作水平、疲劳度等因素影响，易出现操作不规范、数据记录偏差等问题。引入自动化检测系统，可通过机械臂自动完成样品的进样、稀释、检测等操作，减少人工干预，避免因操作不当导致的检测误差。例如，全自动生化分析仪能够按照预设程序，自动完成样品的批量检测，并实时上传数据，大幅提升检测效率。同时，自动化系统可与数据分析软件联动，自动对检测数据进行采集、分析与处理，生成可视化报告，减少人工数据处理的时间成本。此外，自动化检测系统还具备故障自检与报警功能，可及时发现仪器运行中的异常情况，保障检测过程的连续性与数据可靠性，为废水化学成分检测提供稳定、高效的技术支持。

3.4 降低检测成本

3.4.1 选择经济实用的检测方法和仪器

在废水化学成分检测中，选择经济实用的检测方法

和仪器是降低成本的首要环节。对于常规指标检测，如酸碱度、浊度等，可优先选用操作简便、成本较低的便携式检测仪器，这些仪器价格相对低廉，且能满足日常检测需求，无需投入大量资金购置大型精密设备。在检测方法选择上，对于一些浓度较高、成分相对单一的污染物，采用经典化学分析法即可达到检测要求，避免使用高成本的仪器分析方法。同时，可结合实际检测需求，选择多功能集成仪器，如多参数水质检测仪，一台仪器可同时检测多种指标，减少仪器购置数量和维护成本。此外，对于一些资金有限的检测机构，可考虑采购性能稳定的二手仪器，并对其进行专业评估和维护，在保障检测质量的前提下，降低仪器采购成本。

3.4.2 试剂的合理使用与替代

试剂消耗成本在检测总费用中占比较大，通过合理使用与替代试剂可有效降低成本。一方面，优化实验方案，精确计算试剂使用量，避免因过度使用造成浪费。例如，在进行滴定实验时，通过预实验估算大致用量，在接近终点时采用半滴操作，提高试剂使用效率。另一方面，积极寻找替代试剂，对于价格昂贵或稀缺的试剂，可选用性能相近、价格更低的替代品。如用乙二胺四乙酸二钠（EDTA - 2Na）替代部分高价络合剂，在保证检测效果的同时降低成本。此外，对使用后的试剂进行回收处理和再利用，如通过蒸馏、萃取等方法提纯有机溶剂，实现资源循环利用。同时，建立试剂管理制度，严格规范试剂的采购、储存和使用流程，减少因试剂管理不当导致的浪费和损耗，进一步降低检测成本^[3]。

结束语

废水化学成分检测方法的优化是一项系统且持续的工作。上述从检测技术、仪器性能、流程以及成本等多维度提出的优化措施，对提升检测准确性、效率，降低成本具有重要意义。未来，随着科技不断进步，应持续关注前沿技术，推动检测方法的创新发展，加强各措施间的协同应用。

参考文献

- [1]彭蜀娟.化工企业废水处理现状及处理工艺分析[J].山西化工, 2022(3): 302-303.
- [2]曹玲玲.化学检验技术在工业废水检测中的应用[J].清洗世界, 2021(10): 48-49.
- [3]李维维, 牛永健, 辛明星.轻工业废水毒性的环境评价及方法[J].皮革制作与环保科技, 2021(8): 97-98.