

环境监测中常用化学分析技术的应用探讨

褚苏禹

江苏新锐环境监测有限公司

DOI:10.32629/eep.v9i7.3257

[摘要] 本文聚焦环境监测领域常用化学分析方法的应用现状与发展趋势,明确化学分析技术作为污染物定性定量核心手段,直接决定监测数据的准确性与可信度。系统梳理光谱分析、色谱分析、电化学分析三类主流技术的原理、适用场景与独特优势,针对性探讨水体、土壤、大气不同监测场景下的方法选型逻辑,分析复杂基质干扰等实操痛点的应对路径。

[关键词] 环境监测; 化学分析技术; 光谱分析; 色谱分析; 电化学分析

中图分类号: X830 **文献标识码:** A

Discussion on the Application of Chemical Analysis Techniques in Environmental Monitoring

Suyu Chu

Jiangsu Xinrui Environmental Monitoring Co., Ltd.

[Abstract] This paper focuses on the current applications and development trends of common chemical analysis methods in the field of environmental monitoring, clarifying that chemical analysis technology serves as the core means for qualitative and quantitative assessment of pollutants, directly determining the accuracy and reliability of monitoring data. It systematically reviews the principles, applicable scenarios, and unique advantages of three mainstream techniques—spectral analysis, chromatographic analysis, and electrochemical analysis—while specifically discussing the method selection logic for different monitoring scenarios involving water bodies, soil, and the atmosphere. Additionally, it analyzes practical challenges such as complex matrix interference and proposes corresponding solutions.

[Key words] Environmental monitoring; Chemical analysis techniques; Spectroscopic analysis; Chromatographic analysis; electrochemical analysis

引言

随着全球工业化与城镇化进程推进,环境污染已成为影响生态稳定与公众健康的突出问题。环境监测是环境管理与科学决策的核心支撑,化学分析技术是获取污染物种类、浓度时空分布数据的核心基础。当前光谱、色谱、电化学等技术已实现广泛应用,面对日趋复杂的环境介质与不断提升的监测标准,本文系统分析主流化学分析技术的应用现状与实操问题,展望自动化、智能化、多技术联用的发展方向,为环境监测技术迭代提供参考。

1 环境监测与化学分析技术概述

1.1 环境监测工作的基本内容

环境监测属于一种全面的科研活动,目的是持续观察并测量环境中各种污染物的数量、种类、分布情况和变化趋势,并把这些结果整理成报告和评价意见,用来支持环境保护工作、维护生态系统平衡以及保护人们的健康安全。主要工作内容包括明确监测对象、设计合适的监测方案、采集样品并进行初步处理、

开展分析测试、整理数据和判断质量好坏,最后形成环境质量报告并发出风险警告^[1]。监测对象涵盖空气、水质、噪声、土壤以及动植物等多个环境领域,需要根据污染物的特点、环境法规的具体要求以及管理工作的实际目的,挑选出最具代表性的监测地点和合适的检查频率。整个过程的核心目标是准确获得能够真实反映当前环境质量水平的数据,找出导致污染的主要原因,评估污染造成的严重程度和可能带来的危险,从而为制定环境保护计划、控制污染行为和制定相关法律政策提供可靠的基础资料和重要参考依据。

1.2 化学分析技术的核心作用

环境监测的整个过程里面,化学分析技术成为非常关键的一环,主要负责把环境样品转变成明确且具体的污染情况信息。环境样品里面的污染物含量一般比较少或者接近微量,而且各种成分混合在一起特别复杂,所以需要灵敏度非常高并且选择性非常好才行。化学分析技术在多个方面起到重要作用:第一点,这是判断和测量污染物种类以及具体数量的最直接办法,分

析结果的准确程度会决定监测数据是否可信以及是否值得信赖;第二点,先进的分析方法能够扩大监测覆盖的领域,帮助发现之前不知道的新污染物或者还未被充分认识的污染物,从而为评估环境风险提供新的参考标准;第三点,随着分析技术实现自动化和效率不断提高,可以明显加快监测速度,更好地满足紧急情况下的监测要求和长时间持续不断的监测需求。

2 常用化学分析技术原理与应用

2.1 光谱分析技术的应用场景与特点

光谱分析技术基于物质与电磁辐射的相互作用,实现定性或定量检测。常用的技术有原子吸收光谱、原子发射光谱和分子荧光光谱这些不同的方法^[2]。在环境监测的实际操作过程中,这种技术特别适合用来测量那些属于金属或者接近金属的元素含量。原子吸收光谱通常被应用到水体、土壤以及生物样本中的铅、镉、汞这些微量重金属成分的准确测定任务上。原子发射光谱因为能够同时分析多种不同元素,所以在处理突发性污染事件的初期筛查工作中表现出非常重要的作用。光谱分析技术最突出的优点就是灵敏度高、选择性强,完全可以满足大部分无机污染物的检测要求,从而实现目标元素的快速检测与定量分析。

2.2 色谱分析技术的应用场景与特点

色谱分析技术依靠各种成分在固定相和流动相之间分配系数的不同来完成复杂混合物的分离和测定工作。主要包含了气相色谱和液相色谱两种方法。这种技术特别擅长处理那些复杂的有机污染物。比如,气相色谱质谱联用技术可以用来研究大气中的挥发性有机物、水体中的多环芳烃以及农药残留物的分离和识别工作。高效液相色谱是一种重要的方法,用于分析酚类化合物和苯胺类化合物这些难以挥发或者容易被破坏的有机污染物。它的最大优势在于强大的分离能力,可以从复杂的环境样品中提取出多种目标成分,并且能够给出非常准确的定量数据,但整个分析流程往往需要花费很多时间,而且前期准备工作的要求比较高,操作起来比较繁琐。

2.3 电化学分析技术的应用场景与特点

电化学分析技术借助检测待测物在电极表面发生的电化学反应过程,从而获得有关物质的成分构成以及浓度水平的具体数据信息。常用的方法有电位分析法、伏安法和电导分析法等多种不同种类的技术手段。电化学分析技术在进行现场快速检测以及在线连续监测时表现出非常突出的优点和独特优势。离子选择性电极可以用来进行现场快速测定水体中的氟离子和硝酸根离子等重要成分。阳极溶出伏安法能够针对水中痕量的重金属元素,比如铜、锌、镉这些物质,展现出很高的检测灵敏度和准确度。电化学分析技术的一个明显特点就是仪器设备体积小、操作简单方便、反应速度很快,很容易实现自动化运行和长时间连续监测,非常适合用来应对紧急突发的环境事故监测工作和日常的常规筛查任务。但需要注意的是,在实际应用过程中,由于受到共存离子的干扰影响,导致选择性会有所下降,需要特别关注这一点并采取相应的解决措施。

3 技术应用中的实际问题

3.1 不同监测场景下的技术选择与局限

环境监测场景多种多样,技术选择必须平衡目标污染物、介质特点以及分析需求。在水体监测过程中,色谱技术凭借出色的分离性能,成为分析有机农药、多环芳烃这类痕量有机污染物的最佳选择。光谱技术非常适合用来探测重金属元素的整体分布情况。色谱分析过程花费时间特别长,需要做非常严格的前处理工作,很难达到应对突发水污染事件时迅速做出反应的目标^[3]。有些光谱方法,比如原子吸收光谱,在处理复杂的水体基质时很容易受到其他杂质的干扰,导致测量结果不够准确可靠。在土壤监测工作中,重金属分析通常选用电感耦合等离子体质谱这种高灵敏度的光谱技术,但遇到土壤中的颗粒物质和有机物质时,样品消解不彻底常常导致测量结果偏低。在大气监测方面,气相色谱质谱联用技术能够准确辨别出挥发性有机物的具体成分,但仪器体积庞大,很难做到大规模布设并且实现实时监控的目标。电化学传感器虽然携带方便反应速度快,但选择范围相对狭窄,容易受到其他气体的交叉干扰,而且传感器使用寿命较短。目前没有任何一种技术能够完全适应各种不同的监测环境,实际操作中必须结合具体的监测目标、精确度标准以及经济成本等因素进行全面考虑,并清楚认识到所选技术本身存在的一些不足之处。

3.2 复杂基质对分析准确性的影响

环境样品的基质成分非常复杂,里面混杂着各种各样的有机物质、无机矿物质、悬浮颗粒以及腐殖质这些成分,常常会对化学分析的过程造成很大的干扰,使得分析结果的精确度变得很差。基质带来的干扰主要表现在以下几个方面:首先,某些基质成分可能会阻碍分析信号的传递,比如在测定水体中重金属含量时,如果遇到含盐量很高的基质,就容易出现背景吸收干扰的情况,导致测量结果出现误判,要么报出错误的阳性数据,要么报出错误的阴性数据;其次,在色谱分析技术中,复杂的基质成分里面往往含有大分子物质或者极性强的物质,这些物质很容易粘附到色谱柱上,堵塞流动通道,或者与目标物质发生共流出峰的现象,从而严重影响到目标物质的分离效果和定量的准确性;最后,在电化学分析中,基质里面的氧化还原活性物质会干扰电极的正常反应,降低检测到的目标物质的选择性。为了应对这些难题,通常需要采取一些专门的样品预处理手段,比如固相萃取、微波消解、基体分离或者添加掩蔽剂等多种方法,把这些干扰因素去除掉,确保目标物质能够被更好地提取出来和富集起来,最终达到提高检测灵敏度和精确度的目的。

4 环境监测技术的发展趋势

4.1 化学分析技术的自动化与微型化进步

环境监测中化学分析技术的自动化与微型化,正在深刻变革监测作业模式,显著提升工作效率。自动化方面的进步特别表现在前处理和分析过程的整合以及流程的规范化管理。过去完全依靠人工操作的样品消解、萃取、富集和进样的各个步骤,现在已经全部被全自动的预处理系统所代替,这样做既大大减

少了人为操作带来的失误,又明显提升了分析结果的一致性,还使得能够随时跟踪污染事件或者某个特定指标的变化情况,从而极大地加强了整个监测网络应对紧急状况的能力。微型化方面的进步与微流控芯片、传感器阵列以及便携式仪器的发展紧密相连^[4]。这些技术把复杂的实验室分析功能全部整合到体积很小甚至可以直接拿在手上的分析设备里面,这样就让监测工作完全摆脱了必须停留在实验室的限制条件,可以迅速布置到污染最严重的地方或者那些人迹罕至的偏远区域,从而给处理环境污染的紧急情况以及日常常规检查工作提供了非常实用的技术支持手段。

4.2多种技术的联用与数据可靠性提升

为了全面掌握并且准确理解那些非常复杂的环境介质里面的各种污染物,人们已经开始大量采用多种化学分析技术一起使用的办法,这种做法已经成为提高监测数据可靠程度以及整合获得更多信息的重要方向。采用多种技术一起使用的目的就是尽量解决每一种单独使用的技术所存在的不足之处,依靠各自技术的优势互相帮助,从而让分离效果更好、鉴定工作做得更仔细、定量测量也变得更加准确。比如把色谱技术那出色的分离本领跟质谱技术那顶尖的结构鉴定本领很好地结合起来形成色谱质谱联用的方式,现在已经变成检测痕量有机污染物特别是那些持久性有机污染物、药物和个人护理用品这类物质时最可靠的手段,大大提高了定性的精确度以及定量的敏感度^[5]。类似地,把电感耦合等离子体质谱跟色谱联用起来,就可以高效完成元素形态的详细分析,这对于评价重金属的毒性表现以及它们如何移动和转变具有非常重要的意义。另外,光谱、电化学技术跟传感平台的融合方式也变得越来越常见,大家会搭建起一个多角度的传感系统,再结合化学计量学这样的数据分析方法,就能很快分辨出各种复杂混合物到底是什么成分,还能按照一定的规则进行分类。

5 结束语

化学分析技术在环境监测领域里的研究和实际运用已经取得了非常重要的成果,而且还在不断向前迈进,帮助大家准确找到各种环境污染物的具体来源,并且计算出每种污染物的数量,

提供非常关键的支持手段。经过仔细研究光谱、色谱和电化学这些主要方法的基本原理和具体应用方式,大家发现每一种方法都有自己的独特长处,能够很好地适应水体、土壤和空气等多种环境介质的检测需求,形成一套完整的环境分析技术框架。不过,当遇到复杂的环境背景干扰或者需要在现场迅速做出反应时,这些技术还是会碰到一些麻烦。单一方法很难解决所有问题。未来环境监测技术的进步方向是朝着自动化、小型化和智能化这三个目标努力前进。能够在现场直接进行检测并且随时更新结果的设备将会大大加快检测的速度和反应的及时性。多种分析方法相互配合使用,比如色谱和质谱结合在一起的技术、多个传感器组成的监测系统等,就能很好地弥补单一方法存在的缺陷,做到对复杂污染物进行全面又准确的分析。这样的技术改进会扩大可以检测的内容范围,提高数据的准确性和反应速度,推动环境监测工作从过去停留在事后检查的方式转变为提前预防和实时监控的方法,为制定合理的环境保护政策、开展精确的污染治理以及做好风险管理工作提供更加可靠的技术支持,最终帮助保护好自然环境并保障人们的身体健康,达到最终的目标。

[参考文献]

- [1]吴仕明.微波消解技术在环境化学分析中的应用探讨[J].皮革制作与环保科技,2023,4(07):180-182.
- [2]张家兴,王楠.化学分析方法在环境监测中的有效应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023,(05):43-46.
- [3]张磊.化学分析方法在环境监测中的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021,(03).
- [4]高莉.化学分析技术在大气监测中的应用[J].化工管理,2023,(03):54-56.
- [5]刘博雅,徐祥钟.化学分析技术在大气监测中的应用[J].皮革制作与环保科技,2022,3(18):68-70.

作者简介:

褚苏禹(1992--),男,汉族,江苏省苏州市人,本科,助理工程师研究方向:环境检测。