分析化学在环境样品分析中的应用研究

赵珍珍

中检科(北京)测试技术有限公司, 中国·北京 100176

摘要: 分析化学在环境科学领域中, 是识别和量化环境污染物、评估环境质量以及制定环境保护策略的基础。论文研究分析化学在环境样品分析中的应用, 通过探索色谱技术、光谱分析、电化学传感等关键技术, 揭示其在水体、大气和土壤污染分析中的实际效能。

关键词: 分析化学; 环境样品; 环境监测; 色谱技术

Research on the Application of Analytical Chemistry in Environmental Sample Analysis

Zhenzhen Zhao

Zhongjianke (Beijing) Testing Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: Analytical chemistry is the foundation for identifying and quantifying environmental pollutants, evaluating environmental quality, and formulating environmental protection strategies in the field of environmental science. This paper studies the application of analytical chemistry in environmental sample analysis, and explores key technologies such as chromatography, spectral analysis, and electrochemical sensing to reveal their practical effectiveness in water, air, and soil pollution analysis.

Keywords: analytical chemistry; environmental samples; environmental monitoring; chromatographic technology

0 前言

当前全球环境问题日益严峻, 气候变化、污染加剧、生物多样性丧失等挑战接踵而至, 对人类健康和生态系统构成较大威胁。环境样品分析作为环境保护的重要工具, 能够精准识别并量化各类污染物, 为环境保护决策提供科学依据。分析化学具有强大的分析能力和高精度检测手段, 在环境科学领域展现出较大的应用价值, 不仅有助于揭示环境污染的来源与机制, 还为环境风险评估、污染治理及生态恢复提供强有力的技术支持。

1 分析化学基础与环境样品分析原理

1.1 分析化学基本原理

分析化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学, 是化学学科的一个重要分支。依据物质的物理或化学性质, 采用适当的方法和技术, 对物质进行定性、定量分析。分析化学主要分为两大类: 无机分析和有机分析。无机分析侧重于无机化合物的检测, 如金属离子、非金属离子、阴离子等; 而有机分析则专注于有机化合物的分析, 如烃类、醇类、酸类、酯类等。

在定性分析中, 主要目的是确定样品中是否存在某种或某些特定组分。这通常通过化学反应、颜色变化、光谱特性等来实现。定量分析要求准确测定样品中各组分的含量, 这通常需要使用精密的仪器和复杂的计算方法。无论是定性还是定量分析, 都需要严格遵守分析化学的基本原理, 确保结果的准确性和可靠性。这些原理包括反应的选择性、灵敏

度、准确性、精密度以及方法的适用性等。

1.2 环境样品分析的特点

分析化学基础与环境样品分析原理紧密相连, 其中环境样品分析具有其独特的特点。环境样品的来源广泛多样, 可能来自大气、水体、土壤、沉积物、生物体等自然或人为环境。这些样品中包含各种环境污染物, 如重金属、有机污染物、无机污染物、微生物污染物等, 这些污染物的种类和特性各异, 有的具有挥发性, 有的则难以降解, 有的对生物体具有毒性, 有的则能在环境中长期累积。

环境样品分析的特殊要求在于, 首先, 需要确保样品的代表性, 所采集的样品能够真实反映目标环境的污染状况。其次, 分析方法需要具有高灵敏度和高选择性, 以准确检测并定量分析样品中的微量污染物。最后, 由于环境样品往往成分复杂, 存在多种干扰物质, 因此分析方法还需要具备良好的抗干扰能力和稳定性, 确保分析结果的准确性和可靠性。

1.3 环境样品分析的基本流程

环境样品分析的基本流程涵盖样品采集与预处理、分析方法的选择与优化以及数据处理与结果评估等多个关键环节。首先, 样品采集是环境分析的第一步, 需根据分析目的、污染物特性和环境介质类型, 选择合适的采样方法、工具和时间, 确保样品具有代表性并能真实反映环境状况。采集后的样品需要进行预处理, 如过滤、浓缩、稀释、消解等, 以去除干扰物质、提高分析灵敏度并保护分析仪器。其次, 分析方法的选择与优化至关重要。需根据待测污染物的

性质、浓度范围和检测要求,综合考虑分析方法的灵敏度、选择性、准确性、精密度和成本等因素,选择合适的分析方法。同时,还需对分析方法进行优化,如调整仪器参数、改进操作流程等,以提高分析效率和准确性。最后,数据处理与结果评估是环境样品分析的最终环节。需对原始数据进行整理、校正和统计分析,得出可靠的检测结果,并结合环境质量标准进行评估,为环境保护决策提供科学依据。

2 分析化学在环境样品分析中的关键技术

2.1 色谱技术

色谱技术是一种高效、准确的分离与测定手段,广泛应用于各类环境污染物的分析中。气相色谱法在挥发性有机物的分析中展现出明显优势。VOCs 是一类在大气中广泛存在的污染物,对人类健康和生态环境具有潜在危害。GC 利用不同物质在气相色谱柱上的吸附和解吸能力差异,将混合物中的各组分有效分离,并通过检测器进行定量测定。该方法具有分离效率高、分析速度快、灵敏度高和重现性好等特点,特别适用于大气中 VOCs 的监测和溯源分析。

液相色谱法在有机污染物的分离与测定中也具有独特优势。LC 适用于沸点高、极性大、热稳定性差的有机物的分析,能够克服 GC 在分析这些物质时的局限性。通过选择合适的色谱柱、流动相和检测条件,LC 能够实现复杂环境样品中有机污染物的有效分离和准确定量。LC 的应用范围广泛,包括水体、土壤、沉积物和生物样品中有机污染物的检测。

色谱-质谱联用技术更是将色谱的高效分离能力与质谱的高灵敏度、高选择性相结合,成为复杂环境样品分析中的有力工具。GC-MS 适用于挥发性或半挥发性有机物的分析,而 LC-MS 则更适用于极性、非挥发性有机物的检测。这些联用技术不仅提高了分析的准确性和灵敏度,还扩展了分析对象的范围,为环境科学领域的研究提供了更为深入、全面的数据支持。

2.2 光谱分析

光谱分析利用物质与电磁辐射的相互作用原理,对物质进行定性、定量分析。紫外-可见光谱法作为一种常用的光谱分析技术,广泛应用于无机离子与有机分子的检测中。该方法基于物质对紫外-可见光的吸收特性,通过测量样品溶液在特定波长下的吸光度,可以实现对目标物质的定量分析。紫外-可见光谱法具有操作简便、分析速度快、灵敏度高和重现性好等优点,特别适用于水体、大气和土壤等环境样品中污染物的快速筛查和定量分析。

红外光谱法利用有机物分子在红外光区内的振动吸收特性,通过测量样品在红外光谱仪中的吸收谱图,可以推断出有机物分子中的官能团和化学键类型,进而对其结构进行解析。红外光谱法具有高度的特异性和准确性,适用于复杂环境样品中有机污染物的定性分析,为环境污染物的来源追

踪和降解机制研究提供支持。

原子吸收光谱与发射光谱法是在金属元素测定中常用的两种方法。原子吸收光谱法基于金属元素原子对特定波长光的吸收特性,通过测量样品中金属元素原子在特定条件下的吸光度,可以实现对金属元素含量的准确测定。而原子发射光谱法则利用金属元素原子在激发态下发射的特征光谱,通过测量发射光的强度和波长,可以确定样品中金属元素的种类和含量。两种方法各有优势,原子吸收光谱法具有较高的灵敏度和选择性,适用于痕量金属元素的分析;原子发射光谱法具有多元素同时分析的能力,适用于复杂环境样品中金属元素的快速筛查和定量分析。

2.3 电化学传感技术

电化学传感技术通过测量物质在电场或电流作用下的电化学性质,实现对环境样品中特定组分的定性和定量分析。电位法是电化学传感技术的一种,广泛应用于 pH 值与离子活度的测量中。该方法基于溶液中离子与电极之间形成的电位差,通过测量这种电位差可以准确反映溶液的 pH 值和特定离子的活度。电位法具有操作简便、响应迅速、测量范围广和重现性好等优点,特别适用于水体、土壤和大气等环境样品中酸碱度和离子浓度的实时监测。

电导法则是通过测量溶液的电导率来反映溶液中离子浓度的一种电化学传感技术。溶液的电导率与其离子浓度成正比,因此通过测量溶液的电导率可以间接确定溶液中离子的总浓度。电导法具有测量准确、重现性好和适用范围广等特点,特别适用于水体中溶解性盐类、无机离子等污染物的定量分析。

2.4 其他现代分析技术

在分析化学中,除了上述关键技术外,还有其他现代分析技术在环境样品分析中发挥着重要作用。质谱技术是一种强大的分析工具,近年来在环境污染物鉴定中取得了显著进展。通过质谱技术,可以对环境样品中的复杂混合物进行高效分离和高灵敏度检测,同时结合先进的数据处理技术,实现对未知污染物的准确鉴定和结构解析。质谱技术的高分辨率和高质量精度,使其成为环境科学研究中不可或缺的一部分,为环境污染物的来源追踪、转化机制研究和风险评估提供了有力支持。

3 分析化学在环境样品分析中的应用

3.1 水体污染分析

在河流重金属污染监测中,通过采集河流不同断面的水样,利用电感耦合等离子体质谱等高精度分析仪器,可以准确测定水样中铅、镉、汞等重金属元素的含量,进而评估河流的重金属污染程度和潜在风险。这种监测不仅有助于及时发现和预警水体污染,还为生态环境部门制定有效的治理措施提供科学依据。此外,在农田灌溉水分析中,分析化学也发挥着关键作用。农田灌溉水中可能残留的有机农药,如

除草剂、杀虫剂等,对农产品安全和生态环境构成潜在威胁。通过液相色谱-质谱联用等技术,可以实现对灌溉水中有机农药残留的高效、准确检测,为农产品质量安全和农田环境保护提供有力保障。这些应用案例充分展示了分析化学在水体污染分析中的实际应用价值和重要意义。

3.2 大气污染分析

在城市大气颗粒物来源解析中,通过采集城市不同区域的大气颗粒物样品,利用先进的仪器分析技术,如 X 射线荧光光谱和同位素比值质谱等,可以详细分析颗粒物的化学成分和来源特征,进而揭示城市大气颗粒物的主要来源,如工业排放、交通尾气、燃煤污染等。这种来源解析有助于制定针对性的减排措施,改善城市空气质量。同时,分析化学在挥发性有机物排放监测与来源追踪中也发挥着重要作用。VOCs 是大气中重要的污染物之一,对空气质量和人体健康均有显著影响。通过气相色谱-质谱联用等技术,可以实现对大气中 VOCs 的实时监测和准确测定,结合气象数据和污染源调查,可以追踪 VOCs 的排放来源,为制定有效的 VOCs 减排策略提供科学依据。

3.3 土壤污染分析

在重金属污染土壤修复效果评估方面,通过分析土壤中重金属元素的含量、形态和分布特征,可以评估不同修复技术的效果。例如,利用电感耦合、离子体质谱等高精度分析仪器,可以准确测定土壤中铅、镉、铬等重金属元素的含量,进而判断修复后土壤是否达到安全利用标准。同时,有机污染物在土壤中的行为复杂,包括吸附、解吸、降解、挥发等过程。通过气相色谱-质谱联用等技术,可以追踪有机

污染物在土壤中的迁移路径和转化产物,揭示其环境行为和生态效应,为制定科学的土壤污染防控策略提供理论依据。

4 结语

综上所述,分析化学在环境样品分析过程中,不仅能提供精确和可靠的分析手段,还能推动环境保护和污染治理技术的不断发展。通过运用各种高精度的分析仪器和先进的技术方法,能够深入了解环境样品的组成、结构和性质,揭示环境污染物的来源、迁移和转化规律,为环境保护决策提供科学依据。

参考文献:

- [1] 萨仁其其格,通拉嘎.分析化学在环境样品分析中的应用研究[J].当代化工研究,2023(13):57-59.
- [2] 周惠琼,周世良.浅谈分析化学在环境样品分析中的应用[J].广东化工,2021,48(17):169-170.
- [3] 何红蓼,李冰,杨红霞,等.环境样品中痕量元素的化学形态分析 I.分析技术在化学形态分析中的应用[J].岩矿测试,2005(1):51-58.
- [4] 陈萌,刘艺静,郭兴洲,等.超分子溶剂在样品前处理与检测技术中的应用研究进展[J].分析测试学报,2022,41(1):22-31.
- [5] 刘金正,张立学.原子层沉积技术在电分析化学中的应用研究进展[J].分析化学,2021,49(11):1767-1778.
- [6] 刘娅聪,王伟超,令伟博,等.激光剥蚀串联电感耦合等离子体质谱在环境分析中的应用进展[J].分析测试学报,2021,40(5):767-776.

作者简介:赵珍珍(1996-),女,中国河北邯郸人,从事环境检测、分析化学研究。