

# 浅谈离子色谱分析技术在水质检测中的应用进展

王雪

伊犁水文勘测局

DOI:10.12238/hwr.v7i10.5031

**[摘要]** 本文旨在浅谈离子色谱分析技术在水质监测领域的最新进展,通过分析其基本原理、在水质监测中的具体应用以及面临的发展与挑战,突显了离子色谱分析技术在提高水质监测灵敏度、简化操作流程和加速分析速度方面的优势。

**[关键词]** 离子色谱; 水质监测; 分析技术

**中图分类号:** X832 **文献标识码:** A

## Discussion on the Application Progress of Ion Chromatography Analysis Technology in Water Quality Detection

Xue Wang

Yili Hydrological Survey Bureau

**[Abstract]** This paper aims to discuss the latest progress of ion chromatography in the field of water quality monitoring, and highlight the advantages of ion chromatography in improving the sensitivity of water quality monitoring, simplifying the operation process and accelerating the analysis speed by analyzing its basic principles, specific applications in water quality monitoring, and the development and challenges faced.

**[Key words]** ion chromatography; water quality monitoring; analytical technology

### 引言

离子色谱分析技术以其高度的灵敏度和准确度,为水质监测提供了有力的技术支持。通过离子色谱分析,能够准确检测水样中的各种离子和有害物质,为水质评估和污染控制提供科学依据。本文旨在探讨离子色谱分析技术的基本原理,在水质监测中的应用进展,还探讨了该技术未来的发展方向,包括实现更高的灵敏度、设备的自动化和智能化以及绿色分析化学的应用,为推动离子色谱分析技术在水质监测领域的进一步发展提供了有益的参考。

### 1 离子色谱分析技术概述

#### 1.1 离子色谱的基本原理

离子色谱分析技术 (Ion Chromatography, IC) 是一种分析化学技术,主要用于分离和检测溶液中的离子和分子。其核心原理是利用色谱柱上的固定相与样品中的离子之间的相互作用来实现离子的分离<sup>[1]</sup>。在离子色谱分析过程中,样品溶液首先被注入色谱柱,然后通过移动相(通常是水或其他溶剂)推动样品通过柱子。由于不同离子与固定相的相互作用力不同,它们在色谱柱上的迁移速度也会不同,从而实现了离子的分离。随着移动相的流动,离子逐渐从色谱柱上洗脱并进入检测器,检测器会根据离子的浓度和种类产生相应的信号,从而实现对离子的定量和定性分析。

#### 1.2 色谱柱的选择和设计

色谱柱是离子色谱分析技术中的核心组件,其设计和选择对分析结果具有决定性的影响。色谱柱通常由柱管和填充物组成,填充物是固定相的载体。根据分析的需求,色谱柱可以选择不同的填充物,例如,离子交换树脂、凝胶填充物或其他特殊设计的填充物。色谱柱的设计也在不断优化,例如,通过改进柱管的材料和结构,以及优化填充物的颗粒大小和形状,可以提高色谱柱的分辨率和分析速度。同时,新型色谱柱的开发,例如,毛细管色谱柱和多孔色谱柱,也为离子色谱分析技术的发展提供了新的可能。

#### 1.3 检测器的选择和应用

检测器是离子色谱分析技术中的另一个重要组件,其性能直接影响到分析的灵敏度和准确度。常用的离子色谱检测器包括紫外/可见光检测器、荧光检测器和电导检测器等<sup>[2]</sup>。每种检测器都有其特定的应用领域和优势,例如,电导检测器适用于检测电导率较高的离子,而紫外/可见光检测器适用于检测具有吸收特性的离子。随着技术的进步,新型检测器的开发也在不断推进,例如,质谱检测器和电化学检测器等,这些新型检测器具有更高的灵敏度和更宽的线性范围,为离子色谱分析技术的应用提供了更多的可能<sup>[1]</sup>。

### 2 离子色谱分析技术在水质监测中的应用

## 2.1 常见离子的检测

离子色谱分析技术是一种基于色谱原理的分析技术,它能够对水样中的常见离子进行精确的定性和定量分析。这种技术的出现和发展,对于解决水质监测中的诸多问题具有重要意义。它不仅分析单一的离子种类,还能同时分析多种不同的离子,为我们全面了解和评估水质提供了便利<sup>[3]</sup>。通过离子色谱分析,我们可以很方便地检测到水样中的多种阳离子,如钠、钾、钙、镁等,以及阴离子,如氯、硫酸根、硝酸根等。这些离子的浓度直接影响了水的硬度和盐度,是评价水质的重要参数。通过对这些离子的准确分析,我们可以了解水质的基本情况,为进一步的处理和利用提供依据。对于自然水和废水中的离子分析,离子色谱分析技术提供了一种准确、快速和可靠的解决方案。传统的离子分析方法往往需要较长的分析时间和较复杂的操作过程,而离子色谱分析技术则通过自动化的样品处理和分析过程,大大简化了操作步骤,缩短了分析时间。特别是在面对废水样品中离子种类繁多、浓度不一的情况时,离子色谱分析技术能够在在一个运行周期内完成多种离子的分析,大大提高了分析效率。随着离子色谱柱和检测器技术的不断进步,离子色谱分析的灵敏度和准确度也得到了显著提高。现代的离子色谱柱具有更好的分离效果和更长的使用寿命,而高灵敏度的检测器则可以准确检测到更低浓度的离子,满足了日益严格的水质监测标准。同时,离子色谱分析技术还具有良好的重复性和稳定性,使其成为水质监测中不可或缺的重要工具。

## 2.2 有毒有害物质的检测

重金属离子、氨氮、砷、铅等有毒有害物质的存在,无论是在饮用水还是在环境水体中,都需要严格的监控和控制。离子色谱分析技术由于其高精度和高灵敏度的特点,成为了这一领域的重要技术手段。离子色谱分析技术通过利用色谱柱上的固定相与样品中的离子之间的相互作用实现离子的分离和检测。通过选择适当的色谱柱和检测器,可以实现对有毒有害物质的高灵敏度和高选择性的检测。不同的色谱柱和检测器设计可以针对不同的有毒有害物质,提供优良的分离效果和检测性能。例如,采用离子交换色谱柱和电导检测器,可以实现对重金属离子的高效分离和精确检测。而离子色谱-质谱联用技术,则可以进一步提高检测的准确度和灵敏度,实现对重金属离子的准确定量。在有毒有害物质的检测过程中,流动相的选择和柱温的控制也是非常关键的。适当的流动相可以提高离子的迁移速度和分离效果,而柱温的控制可以降低基线噪音,提高检测的准确度。通过优化这些方法条件,可以使离子色谱分析技术在检测有毒有害物质时,实现更好的重复性和准确度。离子色谱分析技术在检测有毒有害物质时的应用,不仅可以为环境监测和风险评估提供准确的数据支持,还可以为水处理和污染控制提供重要的技术指导<sup>[2]</sup>。例如,通过对废水中重金属离子的准确检测,可以评估现有水处理技术的效果,为进一步的技术优化提供参考。除了常规的离子色谱分析技术,现代还有一些新的检测技术和方法也在不断的发展和应用,如纳米材料增强的离子色谱分析技术、

在线监测技术等,这些新技术为实现有毒有害物质的实时监测和快速分析提供了新的可能,也展示了离子色谱分析技术在未来水质监测中的广阔应用前景。

## 2.3 水质监测中的快速分析

离子色谱分析技术以其分析速度快、操作简单和自动化程度高的特点,深受环境监测和水质分析领域的欢迎。与传统的分析方法相比,离子色谱分析技术可以在更短的时间内完成对多种离子和有害物质的分析,而且能够实现较高的精度和准确度。这种快速的分析能力,为环境监测和应急响应提供了有力的技术支持。例如,在面对突发的水质污染事件时,离子色谱分析技术能够快速提供准确的分析数据,为决策者提供科学的依据,确保公众的安全。自动化和在线监测是离子色谱分析技术的另一个重要特点。通过集成自动采样和分析系统,离子色谱分析技术可以实现对水质的实时监测和连续监测。这种实时监测能力,为水质管理和污染控制提供了重要的数据支持。例如,通过实时监测系统,可以实时了解到水质的变化情况,及时发现可能的污染问题,为污染源的查找和处理提供依据。同时,实时监测数据还可以为水质评估和环境风险评估提供科学依据,为政策制定者和公众提供重要的信息。离子色谱分析技术的自动化和智能化,也使得它能够实现快速分析的同时,降低了操作的复杂度和技术要求。通过简单的操作,即可完成复杂的分析过程,大大降低了分析的门槛,提高了分析的效率。同时,离子色谱分析技术的智能化数据处理,也为分析结果的准确解释和应用提供了便利。

## 2.4 样品前处理的优化

样品前处理在离子色谱分析中占据着举足轻重的地位,它能够为后续的离子分离和检测打下坚实的基础。一个有效的前处理过程可以帮助我们去除样品中的干扰物质,提升分析的准确性和灵敏度,并且优化分析流程,节省分析时间和降低成本。在离子色谱分析流程中,样品前处理通常涵盖过滤、浓缩、萃取和脱盐等几个关键步骤。不同的前处理方法根据不同的样品特性和分析要求而异,每种方法都有其独特的适用场景和优势。过滤和清洗是前处理流程中最基本而又常见的步骤。通过过滤,我们可以去除样品中的悬浮颗粒和大分子杂质,为接下来的离子分析提供更为清澈透明的样品。同时,通过选用合适的过滤材料和条件,也有可能实现对某些特定离子的初步富集或去除,从而进一步提高分析的准确性。浓缩则是针对低浓度离子分析的重要前处理步骤。通过浓缩,可以将样品中的目标离子富集,显著提升分析的灵敏度。常见的浓缩方法包括蒸发浓缩、溶剂交换和离心浓缩等。这些方法能够有效地增加目标离子的浓度,为后续的离子色谱分析提供有力的支持。萃取是另一个常用的前处理方法,特别是在处理复杂矩阵样品时。通过萃取,可以将样品中的目标离子从复杂的矩阵中分离出来,减少后续分析中的干扰。固相萃取和固相微萃取技术是近年来应用较为广泛的萃取方法,它们可以实现对样品中低浓度离子的有效富集,显著提高分析的灵敏度。最终,随着样品前处理技术的自动化和标准

化,离子色谱分析的效率和结果的可重复性得到了显著的提升。自动化的前处理设备可以实现样品处理过程的标准化和连续化,减少人为操作的差异,确保了分析结果的准确性和可靠性。同时,标准化的前处理方法也为离子色谱分析技术的推广和应用提供了有力的支持,使得离子色谱分析技术在水质监测中的应用更加广泛和深入。

### 3 离子色谱分析技术的发展与挑战

#### 3.1 高灵敏度和低检出限的追求

在环境水质监测领域,往往需要检测的离子或有害物质浓度较低,因此高灵敏度和低检出限是离子色谱分析技术发展的重要方向。为实现高灵敏度和低检出限,研究者们致力于开发新型的色谱柱、检测器和样品前处理技术。新型色谱柱的设计可以提高离子的分离效率和检测灵敏度。同时,高灵敏度的检测器如质谱检测器和电化学检测器,可以大大降低离子色谱分析的检出限。样品前处理技术的优化,如固相萃取和固相微萃取,也可以实现对低浓度离子的富集,从而提高检测的灵敏度。此外,离子色谱分析方法的优化,如流动相和温度程序的选择,也为提高灵敏度和降低检出限提供了可能<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 设备的自动化和智能化

随着信息技术和人工智能技术的快速发展,离子色谱分析设备的自动化和智能化成为了一个重要的发展方向。自动化和智能化的设备可以实现对样品分析过程的全自动控制,大大提高了分析的效率和准确度。例如,通过集成自动样品处理系统,可以实现样品的自动加载、前处理和分析。智能化的数据处理软件可以自动完成数据采集、处理和报告的生成,简化了分析过程,减少了人为误差。同时,智能化的故障诊断和维护系统,可以实时监测设备的运行状态,及时发现和处理问题,保证了设备的稳定运行和分析结果的准确性。

#### 3.3 绿色分析化学的应用

绿色分析化学着重于减少分析过程中的环境影响,通过减少化学试剂的使用和废弃物的产生,来实现分析过程的绿色化。在离子色谱分析技术的发展中,绿色分析化学的理念得到了广泛的应用。例如,通过优化色谱分析条件和采用环保型的流动相,可以减少有机溶剂的使用和废弃物的产生。同时,微流控和纳流控技术的应用,可以实现微量样品的分析,进一步减少了化学试剂的使用和废弃物的产生。此外,通过采用可再生和可降解的材料,可以降低色谱柱和其他消耗品的环境影响,为实现离子色谱分析技术的绿色化提供了可能。

### 4 结束语

离子色谱分析技术在水质监测领域的广泛应用为环境保护和公共健康提供了有力保障。经过不断的技术创新和方法优化,此技术已成为现代水质监测的重要手段,特别是在迅速准确地检测和分析各种离子和有害物质方面。离子色谱分析技术的发展不仅提高了水质监测的准确性和效率,而且通过自动化和智能化的应用,为实现实时监测和在线分析提供了可能。未来,随着绿色分析化学理念的进一步推广和实施,离子色谱分析技术将朝着更为环保、高效和智能的方向发展,为推动水质监测领域的技术革新和环境质量改善贡献更多力量。

### [参考文献]

- [1]刘思含.离子色谱法在锅炉水质检测中的应用研究[J].品牌与标准化,2023,(02):125-127.
- [2]张璐,李伟娇,封梅青.地下水水质检测中离子色谱技术运用研究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(17):75-77.
- [3]廖爽,乔茜茜,雷静.一阶导数法离子色谱法在水质检测重叠峰定量中的应用[J].科技资讯,2022,20(15):214-216.

### 作者简介:

王雪(1988-),女,汉族,山东聊城人,硕士研究生,中级工程师,研究方向:水质检测。