

气相分子吸收光谱法在水质无机检测中的应用

周 蓝, 张柳芳, 江杨俊, 赵 嫻

浙江省生态环境监测中心, 浙江 杭州 310000

摘要: 水质无机成分的检测对于保障人类健康和生态环境具有重要意义, 气相分子吸收光谱法作为一种高效的分析技术, 其在水质无机检测中的应用日益受到重视。文章基于气相分子吸收光谱法的原理与特点, 旨在系统地探讨气相分子吸收光谱法在水质无机检测中应用的影响因素和发展前景, 揭示其在该领域的重要意义和潜在价值。

关键词: 气相分子吸收光谱法; 水质无机检测; 质谱分析技术

分类号: X832; O657.3

水质无机污染物是危及环境保护和人类健康的重要问题, 监测和控制水质无机污染物的含量对于维护生态平衡和人类健康至关重要。传统的水质无机检测方法通常需要复杂的前处理步骤和昂贵的仪器设备, 而且在实际应用中存在操作烦琐、耗时长、检测准确度低等问题^[1]。因此, 需要开发一种高效、准确、便捷的新型水质无机检测技术来应对现实挑战。气相分子吸收光谱法作为一种新兴的检测技术, 具有快速、高灵敏度、非破坏性等特点, 在水质无机检测领域具有广阔的应用前景。

1 气相分子吸收光谱法概述

1.1 原理

气相分子吸收光谱法是一种基于分子吸收光谱原理的分析技术。气相分子吸收光谱仪如图 1 所示, 通过测量样品中特定分子在特定波长范围内吸收的光线强度来分析样品中的成分及浓度。其原理基于分子在吸收光谱上的特定峰位和强度不同, 可以通过这些特征来识别和定量分析样品中的成分。

在气相分子吸收光谱法中, 样品首先被转化至气态状态, 通常采用气相色谱等技术将样品气化后送入



图 1 气相分子吸收光谱仪

吸收光谱分析仪器中。随后, 以特定波长的光线照射样品, 吸收光强度随波长变化的曲线即样品的吸收光谱。不同分子对光的吸收概率和强度各不相同, 因此不同分子在吸收光谱上表现出特定的吸收峰位和强度, 通过测量这些特征峰位的位置和强度, 可以确定样品中特定分子的存在及其浓度。由于分子在特定波长的光下吸收的特性, 该方法对于分子的定性和定量分析具有很高的准确性。另外, 通过优化实验条件和仪器参数, 还可以实现对多种分子的同时分析, 提高样品分析的效率和准确性。

1.2 特点

(1) 气相分子吸收光谱法对于微量分子具有极高的灵敏度。即使在样品中存在微量的目标分子, 也能通过该方法进行准确的检测和分析, 这使气相分子吸收光谱法在环境监测、食品安全和药物研究等领域具有重要应用价值。不同分子在吸收光谱上表现出独特的特征峰位和强度, 因此气相分子吸收光谱法具有很高的选择性, 可以通过分析特征峰位的位置和强度来准确识别样品中的不同分子成分, 实现对样品的定性分析^[2]。

(2) 气相分子吸收光谱法在对分子吸收光谱进行测量时具有很高的分辨率, 能清晰地分辨出不同分子吸收光谱的特征峰位, 从而实现对样品中不同分子的精确定量分析。相比其他分析方法, 气相分子吸收光谱法操作相对简便, 无须复杂的前处理步骤, 同时所需的仪器设备相对简单, 因此成本较低廉, 这使该方法在实际应用中具有很高的实用性和经济性。

(3) 气相分子吸收光谱法适用于各种环境条件下

作者简介: 周蓝, 男, 本科, 助理工程师, 研究方向为环境保护。

的水质无机检测。无论是在实验室条件下还是在野外环境中，都可以通过气相分子吸收光谱法对样品中的微量分子进行快速、准确的分析。

1.3 技术发展趋势

随着科学技术的不断发展，气相分子吸收光谱法在水质无机检测中得到了进一步的优化和提升，为实现更精确和准确的水质监测提供了有力支持。随着光谱仪器和分析技术的不断改进，气相分子吸收光谱法的分辨率和灵敏度得到了显著提高。现代光谱仪器的使用使气相分子吸收光谱法能更精细地分辨出目标分子的吸收特征，确保了对微量分子的准确检测和分析。

气相分子吸收光谱法与其他分析技术的结合应用丰富了该方法的功能和适用范围。例如，气相色谱-质谱联用技术（GC-MS）结合了气相分子吸收光谱法和质谱分析技术，可以实现对样品中微量分子的定性和定量分析，进一步提高了分析结果的准确性和可靠性。现代化学计量学方法的引入使对光谱数据进行更准确和可靠的定量分析成为可能，从而实现了微量分子的精确测定。微纳技术的引入可以实现对光谱仪器的微型化和集成化，使气相分子吸收光谱法可以更灵活地应用于不同环境条件下的水质无机检测。

2 气相分子吸收光谱法在水质无机检测中应用的影响因素

2.1 光源类型

在水质无机检测中，气相分子吸收光谱法的应用受到多种因素的影响，其中光源类型是一个关键因素。光源的选择直接影响着气相分子吸收光谱法的检测灵敏度和分辨率，不同光源对样品的照射效果也不同，因此在应用中需要根据具体情况选择合适的光源。

光源的类型多样化会影响气相分子吸收光谱法的检测结果，常见的光源类型包括白炽灯、氙灯、钨灯、氙气放电管等。不同光源具有不同的发光特性和光谱范围，选择合适的光源可以提高检测的准确性和可靠性。亮度足够的光源可以提供足够的光强度，从而保证检测的灵敏度；同时，光源的稳定性也会直接影响检测的准确性，因此在选择光源时需要考虑其稳定性和寿命。不同样品对光谱的响应范围不同，选择与样品吸收特征匹配的光源可以提高检测的精准度。同时，适当调整光源的带宽也可以优化检测的分辨率和灵敏度。高能耗的光源会增加使用成本，并可能对环境造成一定的影响，因此在应用中需要综合考虑光源的

功率和能效，选择符合实际需求和可持续发展要求的光源。

2.2 样品预处理方法

在水质无机检测中，样品的预处理方法对气相分子吸收光谱法的检测结果具有重要影响。合理的样品预处理能提高检测的准确性和稳定性，对结果的可靠性起到关键作用。

在采样过程中，需要避免外部污染物等杂质的混入，确保样品的纯净度和代表性。同时，要严格控制样品的保存条件和时间，避免样品在保存过程中发生化学变化或氧化还原反应，影响后续的检测结果。另外，对于一些含有颗粒物或悬浮物质的样品，需要进行适当的前处理，如过滤、沉淀或稀释等，以便获得适合检测的样品。水质中可能存在各种离子、有机物和颗粒物等干扰物质，这些物质可能会影响气相分子吸收光谱法的检测结果。因此，在样品预处理过程中，通常会采用化学沉淀、离子交换、溶剂萃取等方法对样品进行预处理，去除或富集目标物质，从而提高检测的专属性和灵敏度。水样的酸碱度可能会影响其中离子的存在形式和浓度，从而影响吸收光谱的特征和强度。因此，在样品预处理过程中，需要根据具体实验要求对样品的酸碱度进行调整，以满足检测的需要；还需要建立严格的质量控制体系，包括采样方法的验证、样品前处理方法的验证、质控样品的使用等，以确保样品预处理过程的准确性和可靠性。

2.3 环境因素

环境因素如温度、湿度等在气相分子吸收光谱法在水质无机检测中的应用中会对检测结果产生影响。这些因素会影响样品的性质、仪器的稳定性以及光谱信号的强度和清晰度，因此在实验设计和操作过程中需要注意控制这些环境因素，以保证检测结果的准确性和可靠性。

温度的变化会影响样品的溶解度、反应速率和稳定性，从而影响检测结果的准确性。在实验过程中，需要控制实验室的温度稳定性，避免温度波动引起的误差。此外，对于一些需要在特定温度下进行的反应或操作，需要精密控制温度，以确保实验的可重复性和准确性。

高湿度会导致样品中水分的增加，影响样品的浓度和光学特性，从而影响检测结果的准确性。在实验室操作中，需要保持实验室的相对湿度在适当范围内，避免水分对实验操作和结果的影响。

强光照射可能会对光谱信号的强度和清晰度产生影响,影响检测结果的准确性。在实验设计和操作过程中,需要避免强光直接照射到样品或仪器上,可以采取遮光措施或在实验室中设置合适的光源,以确保光照条件的稳定性。

气相分子吸收光谱法的检测结果也受到周围环境的影响,如实验室的清洁度、气氛中的污染物等因素。在实验操作中,需要保持实验室的清洁整洁,避免灰尘、化学品或其他杂质对实验的影响。同时,需要定期检查和维护仪器设备,确保其正常运行和准确性。

3 气相分子吸收光谱法在水质无机检测中应用的发展前景

3.1 应用领域

在水质无机检测领域,气相分子吸收光谱法具有广泛的应用途径,主要包括以下方面。

(1) 水中金属离子检测。金属离子是水质中常见的无机污染物,包括铁、铜、锌等。利用气相分子吸收光谱法可以快速、准确地检测水中金属离子的含量,实现对水体中金属污染物的监测和分析。通过选择合适的光谱特征峰,结合标准曲线法或内标法,可以实现对不同金属离子的定量分析,为水质监测和环境保护提供重要依据。

(2) 水中氨氮检测。氨氮是水体中常见的营养盐,过量的氨氮会导致水体富营养化,引发水华等问题。气相分子吸收光谱法可以通过对氨氮分子特有的吸收波长进行监测,实现对水中氨氮含量的快速检测和分析^[1]。通过建立氨氮浓度与吸光度之间的标定曲线,可以准确计算水体中的氨氮浓度,为水质评估和管理提供重要数据支持。

(3) 水中有机物质检测。除了无机物质,水体中还存在大量的有机化合物,包括苯乙烯、酚类化合物等。气相分子吸收光谱法可以通过选择合适的波长范围,对水体中的有机物质进行检测和分析。该方法灵敏度高、选择性好,能有效地区分不同类型的有机物质,为水质监测提供了一种新的检测手段。

3.2 技术优势

气相分子吸收光谱法在水质无机检测中具有诸多技术优势,这些优势包括高灵敏度、高准确性、快速分析等,为水质监测提供了重要的技术支持,以下将对其技术优势进行详细总结。

气相分子吸收光谱法具有极高的灵敏度,能检测

水样中微量甚至痕量级别的无机成分,如重金属离子、氨氮等,在其检测范围内具有较强的响应能力。相比传统的化学分析方法,气相分子吸收光谱法能实现对极微量目标物质的快速、准确检测,为监测提供了更高的灵敏度保障。光谱技术作为一种基于光学原理的分析方法,具有较高的准确性和稳定性。通过合适的仪器校准和标准曲线建立,气相分子吸收光谱法能提供准确、可靠的分析结果,能满足水质监测对数据准确性的要求。在实验操作中,该方法无须复杂的样品预处理步骤,通过简单的气相化操作和光谱分析即可获得目标物质的浓度数据,大大缩短了分析时间,提高了实验效率。这对于需要进行大量样品检测的水质监测工作而言,具有重要的意义。

3.3 发展前景

气相分子吸收光谱法作为一种新兴的水质无机检测技术,在未来有着广阔的发展前景。目前,气相分子吸收光谱法已经可以实现对水样中多种无机成分的同时检测,但对于某些特殊的无机成分,如微量元素或痕量有机物质的检测还有待提高。未来,可以通过进一步优化仪器参数、改进分析方法和增加新的分析技术手段,以实现更多种类和更低浓度目标物质的检测,从而提高其在水质无机检测中的应用范围和深度。传统的气相分子吸收光谱法通常需要离线取样、实验室分析等步骤,限制了其实时监测能力。

4 结束语

目前,国内外学者已经开展了大量关于气相分子吸收光谱法在水质无机检测中的研究,涉及了多种无机物质的检测和分析。然而,由于水质中无机物质种类繁多、含量浓度不一,气相分子吸收光谱法在水质无机检测中的应用还存在一定的挑战和发展空间。因此,深入研究气相分子吸收光谱法在水质无机检测中的应用特点和优势,探讨其在水环境条件下的适用性和局限性,对于推动该技术在水利领域的进一步应用具有重要意义。

参考文献

- [1] 熊婕,王长林.水质硫化物的测定:亚甲基蓝分光光度法和气相分子吸收光谱法的比较[J].化工安全与环境,2023,36(5):53-56.
- [2] 马晓玲,王小娟.浅析气相分子吸收光谱法在水质高锰酸盐指数的测定[J].治淮,2022(6):17-18.
- [3] 乔茜茜,廖爽,雷静,等.紫外在线消解-气相分子吸收光谱法测定水中硝酸盐氮和总氮的研究[J].化纤与纺织技术,2021,50(11):88-90.