

气相分子吸收光谱仪测定地表水中氨氮的对比研究

孙小锋 倪 丽 倪冬梅

南通市如皋生态环境监测站 江苏南通 226500

摘 要: 本研究旨在比较气相分子吸收光谱仪与传统方法在地表水中氨氮测定方面的应用,并评估其优势和局限性。通过采集不同地表水样品,使用气相分子吸收光谱仪和传统方法进行氨氮浓度测量,并对比分析结果。结果表明,气相分子吸收光谱仪在地表水中氨氮测定中具有准确性、快速性的优势。然而,仪器成本较高、样品预处理要求较高以及对光谱特性敏感等问题是其局限性。因此,在实际应用中需要综合考虑其优势和局限性,并结合实际需求选择合适的分析方法。

关键词: 气相分子吸收光谱仪; 地表水; 氨氮测定; 传统方法

Comparative study on determination of ammonia nitrogen in surface water by gas phase molecular absorption spectrometer

Xiaofeng Sun Li Ni Dongmei Ni

Rugao Ecological Environment Monitoring Station of Nantong, Jiangsu 226500

Abstract: The aim of this study is to compare the application of gas-phase molecular absorption spectroscopy with traditional methods for the determination of ammonia nitrogen in surface water and evaluate their advantages and limitations. Different surface water samples were collected, and the concentrations of ammonia nitrogen were measured using gas-phase molecular absorption spectroscopy and traditional methods. The results showed that gas-phase molecular absorption spectroscopy has the advantages of accuracy and rapidity in the determination of ammonia nitrogen in surface water. However, its limitations include high instrument costs, high sample pre-treatment requirements, and sensitivity to spectral characteristics. Therefore, in practical applications, it is necessary to consider both the advantages and limitations of the technique and choose an appropriate analytical method based on actual needs.

Keywords: Gas phase molecular absorption spectrometer; Surface water; Determination of ammonia nitrogen; Traditional method

引言

近年来,气相分子吸收光谱仪作为一种新兴的分析技术,引起了广泛的关注。它基于气体分子吸收特定波长的光谱信号,可以实现快速、高灵敏度的分析。然而,尽管气相分子吸收光谱仪在其他领域取得了显著的成果,其在地表水中氨氮测定方面的应用还相对较少。因此,对气相分子吸收光谱仪在地表水中氨氮测定的优势和局限性进行对比研究,具有重要的理论和实际意义。本研究旨在通过比较气相分子吸收光谱仪与传统方法在地表水中氨氮测定方面的应用,全面评估其在环境监测和水资源管理中的潜力。

一、氨氮的重要性和环境影响

氨氮是地表水中一种重要的污染物,对环境和生态系统具有显著的影响。氨氮主要来源于农业、工业和城市废水等人类活动,也可以由自然过程中的氮化作用产生。在水体中,氨氮可以通过氨和铵离子的形式存在。高浓度的氨氮会引起一系列环境问题。氨氮是水体富营养化的主要原因之一。高浓度的氨氮会促进水中藻类和水生植物的过度生长,形成藻

华和水生植被大量繁殖的情况。这种情况下,水中氧气含量会下降,导致水生动物缺氧甚至死亡,破坏水生生态系统的平衡。其次,氨氮还对水体的生物多样性和水生生态系统的稳定性产生不良影响。高浓度的氨氮可以改变水中的物理化学特性,破坏水体的生态平衡。一些敏感的水生生物对氨氮非常敏感,高浓度的氨氮会导致鱼类、昆虫和其他水生生物的死亡或迁徙,造成生态链条的破坏,影响整个水生生态系统的稳定性和功能。

因此,准确测定地表水中的氨氮浓度对于评估水体质量、保护生态环境以及人类健康具有重要意义。气相分子吸收光谱仪作为一种先进的分析工具,具有高灵敏度、高分辨率和快速分析等优势,在氨氮测定中具有广泛应用前景。通过开展对比研究,可以评估气相分子吸收光谱仪在地表水中氨氮测定中的准确性和可靠性,为水环境监测和管理提供科学依据。

二、气相分子吸收光谱仪的原理

气相分子吸收光谱仪是一种基于分子吸收光谱原理的先进分析仪器,用于测定地表水中氨氮等化合物的浓度^[1]。

其原理基于分子在特定波长范围内吸收特定频率的电磁辐射。气相分子吸收光谱仪的工作原理是通过将样品中的氨氮分子与特定波长的光束相互作用,测量被样品吸收的光强度。该仪器通常使用可见光或紫外光作为光源,并通过样品中的氨氮分子吸收特定波长的光,从而产生一个吸收谱。通过测量吸收谱的强度和形状,可以确定氨氮的浓度。

三、气相分子吸收光谱仪测定地表水中氨氮的对比研究

1. 样品采集与处理

样品采集时需注意一些关键因素以确保氨氮测量的准确性。采集样品时应避免使用含有氨氮的容器或工具,以免造成样品污染或氨氮的额外添加。其次,应尽可能采集足够数量的样品,以保证后续分析的代表性和可靠性。此外,在采样过程中要注意样品的保存和储存条件,尽量避免氨氮的挥发和生物降解。

为了消除潜在的干扰物质对氨氮测量结果的影响,样品处理也是非常重要的步骤^[2]。蒸馏是一种常用的样品预处理方法,通过加热样品并收集蒸馏液,可以有效去除样品中的干扰物质,使氨氮的测量结果更加准确。此外,酸碱中和方法也常用于调整样品的 pH 值,以提高氨氮的测量精度。需要注意的是,在样品采集和处理过程中要严格控制实验条件,避免氨氮的挥发和吸收等变化。同时,要在相同条件下进行对比研究,以确保结果的可比性和准确性。

通过合理的样品采集和处理方法,可以最大限度地降低干扰因素,确保气相分子吸收光谱仪对地表水中氨氮浓度的准确测量。这为后续的比较研究提供了可靠的数据基础。

2. 气相分子吸收光谱仪的仪器设置和参数

在进行气相分子吸收光谱仪测定之前,需要对仪器进行设置和参数调整。这包括光源、检测器、光路等的设置。通常需要根据样品特性和分析目的调整仪器的工作模式和参数。其中,关键参数包括光谱范围、光谱分辨率、扫描速率等。合适的光源是确保测量准确性的基础。通常使用的光源包括氘灯和钨灯,它们能够提供所需的可见光或紫外光。根据氨氮的吸收特性和分析需求,选择适当的光谱范围。常见的选择是在 200 至 400 nm 范围内进行测量。光谱分辨率指的是仪器能够区分的最小波长差异。较高的分辨率可以提高测量精度,但也可能增加测量时间。根据分析要求,需要在准确性和效率之间进行权衡选择。扫描速率指的是光谱仪在单位时间内扫描的波长范围。较高的扫描速率可以加快分析速度,但可能降低测量灵敏度。根据样品浓度和仪器性能,需要选择合适的扫描速率。光谱仪通常具有数据采集和处理

功能,可以对测量结果进行实时记录和分析。根据需要,可以设置数据采集频率和数据处理算法,以获得准确的氨氮浓度结果。

在设置仪器参数时,还应注意消除背景噪声和校准仪器的准确性。通过使用空白样品和标准溶液进行背景校正和仪器校准,可以提高测量结果的准确性和可靠性^[3]。通过合理设置和调整仪器的参数,可以充分利用气相分子吸收光谱仪的优势,实现对地表水中氨氮浓度的精确测量,并为后续的对比较研究提供可靠的数据基础。

3. 氨氮浓度测定结果的比较

(1) 不同地表水样品中氨氮的测量结果对比

不同地表水样品中氨氮的测量结果对比是研究的重要组成部分。地表水样品的来源和性质可能会导致氨氮浓度的差异。通过对不同地表水样品进行测量和对比分析,可以揭示氨氮在自然水体中的分布特征,并了解各种环境因素对氨氮浓度的影响。

比较不同地表水样品中的氨氮浓度有助于发现地理位置、水源类型、水体富营养化程度等因素对氨氮浓度的影响。例如,对不同地区的河流、湖泊、水库等水体进行测量,可以了解不同地理环境下氨氮的变化趋势。此外,对农业、工业和城市污水处理厂等不同来源的水样进行比较,可以评估不同人为活动对氨氮浓度的贡献。通过对比分析,还可以识别潜在的水质问题和环境风险。某些地区可能存在氨氮超标的问题,可能源自农业排放、工业废水或城市污水等。对这些样品进行测量并与相关法规和标准进行对比,有助于评估水体的健康状况,并为环境管理和保护提供科学依据^[4]。此外,在对比分析中,还应考虑其他水质参数的影响。因为地表水中的其他物质和化学性质可能会对氨氮测量结果产生干扰。因此,需要进行相关参数的测量和分析,如 pH 值、温度、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐等。通过综合分析这些参数的变化,可以更准确地理解氨氮浓度的差异,并评估其对水生态系统和人类健康的潜在影响。

通过对不同地表水样品中氨氮浓度的测量结果进行对比分析,可以揭示氨氮在水体中的分布规律、评估水质状况以及识别潜在的环境风险。这有助于制定和实施相应的水资源管理和保护措施,并为维护生态平衡和人类健康提供科学依据。

(2) 光谱仪测定结果的可靠性和精确性评估

将仪器调至最佳的状态,以氨氮浓度(X)为横坐标,峰高(y)为纵坐标绘制氨氮标准曲线,结果见图 1。由图 1 可知,氨氮用气相分子吸收光谱仪分析法标准曲线回归方程:

$$y=0.09540x+0.00041$$

相关系数 $R=0.99974$ ，完全满足分析要求。

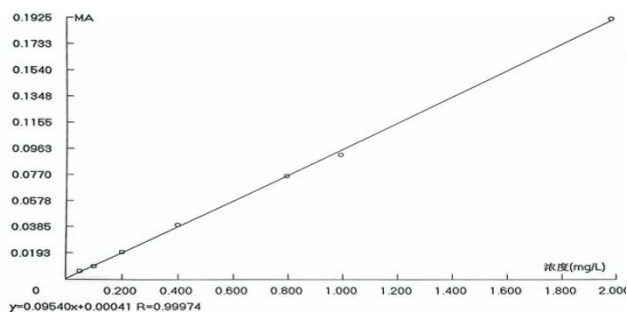


图 1 氨氮气相分子吸收光谱仪分析法标准曲线

进行多次测试并比较结果，评估光谱仪的可重复性。在相同条件下，对一样品进行重复测量，并计算测量结果之间的差异。较小的差异表示光谱仪具有较高的可重复性。引入质控样品，即已知浓度的样品，进行测试。通过与质控样品的对比分析，可以评估光谱仪的准确性和精确度，并检查仪器是否存在系统误差。将光谱仪测定结果与其他独立方法进行比较。使用传统的分光光度法或其他氨氮测定方法，对一样品进行测量，并比较结果。这有助于验证光谱仪的准确性，并确定可能的测量偏差或误差来源。分析可能导致测量误差的来源，如仪器漂移、环境条件变化、样品预处理等。通过了解这些误差来源，并采取适当的措施进行校正和校准，可以提高测量结果的可靠性和准确性。对光谱仪测定结果进行数据处理和统计分析，计算测量结果的平均值、标准偏差和可信区间。这些分析可以提供对测量结果的置信度评估，并评估结果的精确性和可靠性^[5]。

(3) 研究结果与其他方法的比较

研究结果与其他方法的比较是评估气相分子吸收光谱仪测定地表水中氨氮浓度的有效方式。以下是将光谱仪测定结果与其他常用氨氮测定方法进行比较分析的重要考虑因素：

准确性比较：将光谱仪测定结果与传统的分光光度法、荧光法、离子选择性电极法等进行比较。通过对一样品进行多种方法的测量，并比较结果之间的一致性，可以评估光谱仪测定结果的准确性。较小的测量偏差和一致的趋势表明光谱仪具有较高的准确性。

灵敏度比较：比较不同方法对于低浓度氨氮的检测灵敏度。光谱仪的灵敏度取决于其仪器设置和参数调整。通过将光谱仪与其他方法在不同浓度水样中进行比较，可以评估光谱仪对于低浓度氨氮的检测能力。较低的检测限和较宽的线性范围表示光谱仪具有较高的灵敏度。

快速性和高通量性比较：将光谱仪与其他方法进行比较，

评估其在样品处理和分析过程中的速度和效率。光谱仪测定通常具有快速、实时的特点，可以在短时间内完成大量样品的测量，从而提高分析效率。与传统方法相比，光谱仪的高通量性能有助于提高样品处理的效率和工作效能。

实用性和操作便捷性比较：比较光谱仪与其他方法在操作便捷性、设备维护和样品处理方面的差异。光谱仪通常具有较简单的样品处理步骤和操作流程，减少了复杂的前处理过程。此外，光谱仪的仪器维护相对较少，可降低实验人员的工作负担。

四、气相分子吸收光谱仪在地表水中氨氮测定中的优势和局限性

气相分子吸收光谱仪在地表水中氨氮测定中具有一定的优势和局限性。气相分子吸收光谱仪能够检测到低浓度的氨氮，具有较高的灵敏度。它可以提供准确的测量结果，使得对地表水中微量氨氮的监测和分析成为可能。相比传统方法，气相分子吸收光谱仪具有快速的分析速度。它能够实时获取光谱数据，并通过数据处理算法迅速计算出氨氮浓度，从而大大节省了分析时间。气相分子吸收光谱仪可以同时处理多个样品，具有较高的通量性。这使得它在大规模样品分析和监测中具有明显的优势，提高了工作效率和样品处理能力。气相分子吸收光谱仪的操作相对简单，不需要复杂的前处理步骤。它的仪器维护相对较少，操作人员能够快速上手并进行准确的测量。在局限性方面，相比传统方法，气相分子吸收光谱仪的设备成本较高，可能对一些实验室或项目预算造成一定的压力。尽管气相分子吸收光谱仪在样品处理方面相对简便，但某些特定的水质样品可能需要更复杂的预处理步骤，以消除可能的干扰物质对测量结果的影响。气相分子吸收光谱仪的测量结果需要通过标准曲线进行校准。因此，准确的标准曲线制备和校准过程对于获得可靠的测量结果至关重要。光谱仪的测量结果受到样品中其他成分的光谱特性干扰的影响。在样品复杂的水体环境中，可能存在其他有机物、无机盐等干扰物质，需要进一步分析和处理。

五、结论

气相分子吸收光谱仪是一种高灵敏度、快速分析和高通量性的分析技术，在地表水中氨氮测定中具有显著的优势。通过对不同地表水样品中氨氮浓度的测量结果进行对比，发现气相分子吸收光谱仪能够准确、快速地测定低浓度的氨氮，有助于了解地表水中氨氮的分布规律和环境影响因素。气相分子吸收光谱仪在地表水中氨氮测定研究中展现出广阔的应用前景，同时也需要进一步的研究和改进。这将推动地表

水质监测技术的发展,提高水环境管理的准确性和效率,为保护和可持续利用水资源做出积极贡献。

参考文献:

[1]祝艳君,姚振童,刘学淞,吴嘉伟,姚文君,王燕.气相分子吸收光谱法在海水无机氮测定中的适用性研究[J].中国环境监测,2023,39(01):189-197.

[2]张翠英.《水质 氨氮的测定气相分子吸收光谱法》

的方法验证[J].黑龙江水产,2021,40(04):31-33.

[3]金慧,赵城,魏琳婷,郑光明,尹怡.气相分子吸收光谱法测定渔业水质中氨氮含量方法的建立[J].中国渔业质量与标准,2021,11(04):23-30.

[4]张阳,陈小军.气相分子吸收光谱法测定水中氨氮研究进展[J].绿色科技,2020(24):78-80.

[5]彭晓.气相分子吸收光谱仪在环境无机物检测中的应用[J].化学工程与装备,2020(09):233+230.