

Analysis of detection method and quality management countermeasures of total nitrogen in water

Yunxiao Liang

Baoding Citizen Science Environmental Testing Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract

In the link of water environment monitoring, total nitrogen, as a common nutrient, will cause eutrophication in water and affect water quality, so the total nitrogen detection will become the key to measure water quality. The inspectors need to choose the appropriate detection method according to the needs to provide accurate information for the subsequent treatment. This requires relevant personnel to select appropriate equipment and technology according to the requirements of water testing to ensure the accuracy of testing. This paper starts with the detection of total nitrogen in water, analyzes the difficulties of detection, and then formulates the appropriate detection methods to realize the collection of information. And to carry out targeted quality management strategies to ensure the smooth development of testing.

Keywords

total nitrogen detection; water quality; eutrophication; quality control

浅析水中总氮检测方法与管理对策

梁芸潇

保定市民科环境检测有限公司, 中国 · 河北 保定 071000

摘要

水环境监测环节, 总氮作为常见的营养物质, 在水体中会造成水体的富营养化, 影响水质, 所以总氮检测就成为水质衡量的关键, 需要检测人员根据需要, 选择合适的检测方法, 为后续的治理提供精确信息。这就要求相关人员根据水体检测要求, 选择合适的设备与技术, 保证检测的精准度。本文就从水中总氮检测入手, 分析检测的难点, 然后结合这些难点制定合适的检测方法, 实现信息的收集。并且开展针对性的质量管理策略, 保证检测顺利开展。

关键词

总氮检测; 水质; 富营养化; 质量控制

1 引言

总氮, 简称为 TN, 是水中各种形态无机和有机氮的总量, 水中的总氮含量是衡量水质的重要指标之一, 其测定有助于评价水体被污染和自净状况。一般而言, 总氮包括 NO_3^- 、 NO_2^- 和 NH_4^+ 等无机氮和蛋白质、氨基酸和有机胺等有机氮, 以每升水含氮毫克数计算。但是水质状况一般较为复杂, 总氮的检测就存在一些难点, 影响检测精准度。此背景下, 就需要检测人员结合检测需要, 合理选择碱性过硫酸钾紫外分光光度法、气相分子吸收光谱法以及氨氮、硝酸盐根、亚硝酸盐根等检测技术, 并且开展质量控制, 保证检测的精准度。

2 总氮概述

2.1 概念

总氮 (Total Nitrogen, TN) 是指水体、土壤、气体或其他环境介质中所有氮的总量 (如图 1 所示)。氮是生物体所需的重要元素, 参与蛋白质、核酸等生物分子的合成, 但其过量积累可能对生态环境和水质产生负面影响。通常包括氮的所有形态, 如氨氮 (NH_4^+)、亚硝酸盐氮 (NO_2^-)、硝酸盐氮 (NO_3^-) 和有机氮等。总而言之, 总氮是水质监测中的重要指标^[1]。

2.2 总氮的环境影响

总氮会对水体产生多样化的影响, 首先, 过量的氮, 尤其是硝酸盐氮, 会促进藻类的过度生长, 形成藻类水华, 消耗水中的氧气, 破坏水生生态系统; 其次, 硝酸盐氮可以渗入地下水中, 影响水质, 尤其是在农业区, 长期的化肥使用会增加硝酸盐的浓度。

综上, 总氮是评估水质和环境健康的重要指标之一, 特别是在水体污染和富营养化的监测中。控制总氮的排放、

【作者简介】梁芸潇 (1991-), 女, 中国河北保定人, 本科, 中级, 从事环境检测研究。

减少化肥使用和处理污水等措施对保护水体生态和改善环境质量具有重要意义。

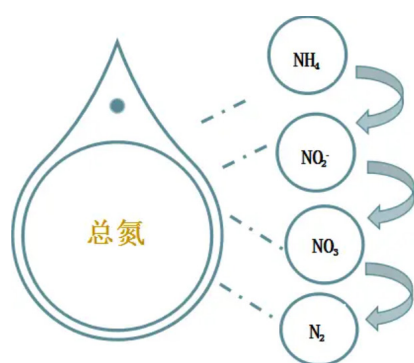


图1 总氮的组成

3 水中总氮检测的难点

总氮检测作为水资源状况调查的关键，可以时时了解水中的总氮状况，是环境保护的重要一环。但是实际检测环节，由于水环境状况复杂，实际检测环节就还存在一些难点。

3.1 氮的形态复杂

水中的氮以多种形式存在，包括氨氮 (NH_4^+)、亚硝酸盐氮 (NO_2^-)、硝酸盐氮 (NO_3^-) 和有机氮等。这些不同形态的氮在检测时需要分别处理和转化，检测方法要求精确且能全面涵盖所有氮的形态。由于氮的形态复杂，直接测定总氮会受到多种干扰因素的影响。

3.2 有机氮的处理难度较大

有机氮通常以蛋白质、氨基酸、尿素等形态存在，提取和转化这些有机氮是一项技术挑战。有机氮需要通过氧化反应转化为可以检测的形式（如氨氮或硝酸盐氮），但这一过程对实验条件要求较高，并且可能会受到样品中其他成分的影响。

3.3 存在氨氮的干扰

氨氮 (NH_4^+) 在水中经常存在，其在某些检测方法（如凯氏定氮法）中可能对总氮的准确性产生干扰。在某些检测中，氨氮可能与其他氮形态无法完全区分，进而影响总氮的测定结果。

3.4 样品前处理的复杂性

水样的前处理是总氮检测中的重要环节，尤其是在检测有机氮时。前处理不当可能导致氮形态的损失或转化不完全，从而影响检测结果的准确性。例如，水中有机物的干扰、溶解氧的变化等都可能对总氮的准确测定产生影响。

3.5 仪器设备的要求较高

一些总氮检测方法，如紫外分光光度法和凯氏定氮法，需要高精度的实验设备和仪器，且操作人员需要具备较高的技术水平。这些设备和技术要求可能导致实验成本较高，并且对于实验室的环境条件有较高要求。

3.6 存在环境因素的影响

水样的温度、pH 值、浑浊度以及水中其他溶解物质（如

有机物、金属离子等）都可能对总氮的检测产生影响。环境因素的变化可能导致检测结果的波动，增加了检测的复杂性和不确定性。

综上，水中总氮的检测还存在诸多难点，制约水资源状况的收集，要求相关人员结合总氮检测实际，对这些难点进行分析，并且合理地进行解决。

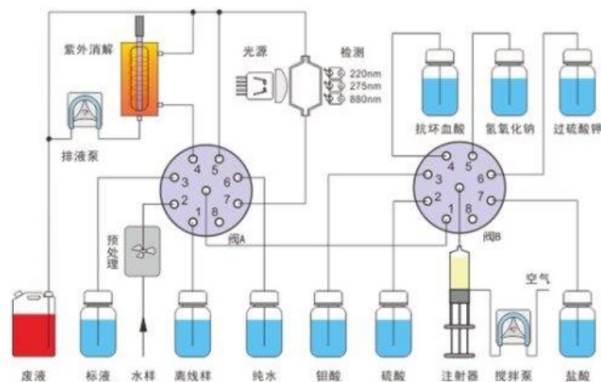


图2 总氮检测流程

4 水中总氮检测方法

水中总氮检测方法有多种，常见的几种方法包括凯氏定氮法、催化氧化法、紫外分光光度法和高效液相色谱法等。不同方法适用于不同的检测需求，需要相关人员结合需要进行选择，以保证检测的精准度，常见的检测方法包括以下几种（如图2所示）。

4.1 凯氏定氮法

凯氏定氮法是一种经典的总氮测定方法，作业环节，通过强酸（通常是硫酸）将水中的氮化合物（包括氨氮、有机氮等）转化为氨 (NH_3)，然后用碱性溶液蒸馏出氨气并吸收在已知浓度的酸溶液中，最后通过酸碱滴定测定氮的含量。

该技术的优点是适用于各种水样，包括复杂样品，而且准确度高，适用于精确分析。缺点是测定过程繁琐，耗时较长，需要使用强酸和高温设备，操作存在一定的危险性^[2]。而且该技术不能单独区分不同氮形态。相关人员在应用该技术时需要根据技术的性质合理选择，充分发挥其优势。

4.2 催化氧化法（或化学氧化法）

催化氧化法是利用强氧化剂（如高锰酸钾或过硫酸钾）将水中的氮化合物（氨氮、有机氮等）氧化为硝酸盐 (NO_3^-) 的技术。氧化后，硝酸盐氮的含量可以通过比色法或分光光度法测定。该技术的优点是操作相对简便，适用于多种水样，测定速度较快。缺点是可能受到水中其他有机物和无机物的干扰，影响准确性，而且对低浓度氮的检测灵敏度可能不够。这就要求相关人员在应用该技术时充分了解其优缺点与应用流程，以保证检测的精准度。

4.3 紫外分光光度法

紫外分光光度法通常基于水中的氮化合物在紫外光区

的吸收特性。作业环节,总氮的检测通过在水样中加入氧化剂(如过硫酸钾),将氮化合物氧化成硝酸盐氮,随后就可以使用紫外分光光度计测定水样的吸光度,从而推算总氮含量。实际来看,该技术具有操作简单、快速,适用于现场快速检测以及无需复杂的前处理过程等优势。但是对水体中的其他物质(如有机物、悬浮物等)敏感,可能导致干扰。而且灵敏度较低,对于低浓度氮的测定可能不够精确。此背景下,就要求检测人员结合检测需要进行设计。

4.4 高效液相色谱法(HPLC)

高效液相色谱法(HPLC)是通过液相色谱分离水中的氮化合物,并使用合适的检测器(如紫外检测器或荧光检测器)进行定量分析的技术。此方法常用于更复杂的样品,能够较好地区分不同形态的氮。该技术能够提供较高的分辨率,能够区分不同形态的氮(如氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮等),具有精度高,适用于复杂样品的优势^[3]。但是该技术设备要求高,成本较大,而且操作复杂,需要较高的技术水平。

4.5 气相色谱法(GC)

气相色谱法可以分离和检测水样中的氮气化合物,尤其适用于分析复杂水样中的多种氮化物。而且,通过采用适当的检测器(如火焰离子化检测器FID或质谱检测器MS),还可以定量不同形态的氮。该技术的精确度高,适合复杂样品的分析,并且能够检测多种氮形态。但是设备昂贵,操作复杂,而且技术要求较高。

综上,不同的水中总氮检测方法各有优缺点,选择合适的方法需根据实际需要、检测样品的类型及实验条件来决定。

5 水中总氮检测的质量管理对策

水中总氮检测化解,有效的质量控制策略可以帮助识别潜在的系统误差、操作错误和实验环境的影响,就需要相关人员通过以下手段开展控制,保证检测作业的顺利进行。

5.1 样品的代表性与采样质量控制

检测人员需要确保采集的水样具有代表性,避免样品受到污染或不均匀的影响。样品应从水体的不同位置进行采集,尤其是当水体较大或不均匀时。而且样品应根据所选的检测方法在适当的条件下储存。通常,水样应保持在冷藏状态,并尽量在短时间内进行分析,以避免氮化合物的降解或变化。

5.2 实现标准物质和校准

需要检测人员使用已知浓度的标准物质进行校准,确保检测设备的准确性和方法的可靠性。标准溶液应通过认证的标准物质公司采购,并保持适当的保存条件。并且定期对仪器(如分光光度计、气相色谱仪等)进行校准,以确保测量结果准确。仪器应使用具有认证浓度的标准溶液进行校准,并记录校准过程中的偏差和修正措施。

5.3 需要开展方法验证与重复性检查

方法验证环节,在初次使用某种检测方法时,应进行

方法验证,确保该方法适用于特定类型的水样,并能在规定的浓度范围内提供准确可靠的结果。重复性测试环节,每个批次的样品最好进行重复测试,确保检测结果具有良好的可重复性。如果测量结果之间存在较大偏差,需要进一步排查原因(如设备故障、操作错误等)。

5.4 需要设计空白和对照样品

检测人员需要采用空白样品进行分析,以检查仪器是否存在背景干扰或污染,确保检测设备没有在测试过程中引入外部污染物。还需要定期使用已知浓度的对照样品进行测试,验证分析过程中的准确性。对照样品可以是自制标准溶液或外购的标准物质。

5.5 重视实验室环境控制

对于一些对环境条件敏感的化学反应,保持恒定的实验环境非常重要。所以检测人员需要检查实验室的环境条件,如温度、湿度、空气质量等,以确保这些因素不会对测试结果产生不利影响。

5.6 要进行操作员培训和标准化程序设计

操作员的熟练程度对结果的准确性和可靠性有直接影响。所以检测单位需要定期对操作人员进行培训,确保他们掌握正确的操作方法,并能按照标准操作程序(SOP)进行工作。此外,还需要确保所有实验步骤都有明确的标准操作程序,尤其是在样品制备、试剂使用和仪器操作等方面,减少人为错误。

5.7 开展质量审查与外部质量评估

还要求检测人员定期审查实验数据、报告及操作记录,确保每个环节都符合质量标准,及时发现并纠正问题。为了保证精准度,还需要由第三方组织的外部质量评估(如交叉验证、能力验证等),对实验室的检测能力进行独立评估。通过与其他实验室的结果比较,确保测量结果的准确性。

6 结语

综上所述,水质总氮的测定受到多种因素的影响。为了提高测定的准确性,需要重视采样、保存、分析方法选择、干扰物质消除以及仪器和试剂的质量等方面的问题,并采取相应的措施加以控制。只有这样,才能获得可靠的水质总氮数据,为水环境管理和保护提供有力支持。

参考文献

- [1] 蒲双红. 检测水中总氮过程中主要影响因素的探讨与研究[J]. 实验室检测, 2024, 2 (08): 86-89.
- [2] 陈婧, 支红峰, 胡中豪, 等. 水中总氮检测方法的研究和改进[C]// 中国环境科学学会环境工程分会. 中国环境科学学会2019年科学技术年会——环境工程技术创新与应用分论坛论文集(四). 永康市食品药品检验检测中心; 2019: 4.
- [3] 吴丹, 王昆, 刘英, 等. 水中总磷的检测方法研究进展[J]. 工业水处理, 2022, 42 (07): 52-58.