

Application and analysis of microbiological detection technology for water quality and environmental monitoring

Guligena

Kashgar Ecological Environment Monitoring Station of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Kashgar, Xinjiang, 844000, China

Abstract

With the continuous shortage of global water resources and the aggravation of pollution problems, the traditional water quality monitoring methods have gradually exposed the deficiencies of time, efficiency and accuracy, and microorganisms as an important indicator of water pollution, the progress of its detection technology has become the key to improve the ability of water quality management. In recent years, the development of molecular biology technology, automation and intelligent detection system and multi-parameter monitoring technology can promote the accuracy and real-time performance of water quality and environmental monitoring. This paper analyzes the microbial detection technology in water quality monitoring, and discusses the application of traditional detection methods, the breakthrough of molecular biology technology, the advantages of automation and intelligent system, and the future trend of multi-parameter monitoring technology integration.

Keywords

water quality monitoring; microbial detection; molecular biology technology; automatic detection; multi-parameter monitoring

水质环境监测的微生物检测技术应用分析

古丽戈娜

新疆维吾尔自治区喀什生态环境监测站, 中国·新疆 喀什 844000

摘 要

随着全球水资源的持续紧张与污染问题的加剧, 传统的水质监测方法逐渐暴露出时间、效率和准确度等方面的不足, 而微生物作为水质污染的重要指标, 其检测技术的进步成为提升水质管理能力的关键。近年来, 分子生物学技术、自动化与智能化检测系统以及多参数监测技术的发展, 能够推动水质环境监测的精准性与实时性。本文对水质监测中的微生物检测技术进行分析, 探讨了传统检测方法的应用、分子生物学技术的突破、自动化与智能化系统的优势以及多参数监测技术集成的未来趋势。

关键词

水质监测; 微生物检测; 分子生物学技术; 自动化检测; 多参数监测

1 引言

传统的水质检测方法以培养法为主, 虽然具备较为稳定的应用基础, 但在检测速度、准确性和应急响应等方面的局限性, 使其在现代水质管理中逐渐暴露出不足, 在此背景下, 分子生物学技术的引入、自动化检测系统的不断发展以及多参数监测技术的集成化应用, 正在彻底改变水质检测的面貌, 特别是在微生物检测领域, 技术的突破可以提高监测效率, 为动态、实时的水质管理提供可能。随着环境问题的复杂化和公共健康的紧迫性, 微生物检测技术的升级与创新, 已成为水质监测领域急需解决的关键问题。

2 水质环境监测中微生物检测技术的重要性

随着全球水资源的紧张和环境污染的加剧, 水源污染事件时有发生, 尤其是微生物污染引发的水传染病对人类健康的威胁不可忽视, 水体中的微生物种类繁多, 包括细菌、病毒、真菌等, 能够在水中存活较长时间, 极易通过水源传播给人类, 导致集体性疾病的爆发, 为了精确识别水体中的病原微生物, 采取高效、精准的微生物检测技术变得尤为关键。与化学物质污染不同, 微生物污染的动态变化性要求检测技术能够迅速响应, 这涉及到水质安全监测的及时性, 还要求监测数据的准确性和可靠性, 避免因技术的滞后性或误差, 导致健康风险的增加。再者, 传统的水质监测方法, 如人工采样、培养法, 存在周期长、检测精度不足等问题, 且需要较长时间才能得出结果, 这使得对水质污染的应对滞后于污染的发生, 相比之下, 分子生物学技术、自动化微生物

【作者简介】古丽戈娜(1983-), 女, 维吾尔族, 中国新疆喀什人, 硕士, 工程师, 从事环境监测研究。

物监测系统等技术手段的应用,能够实现快速、实时的水质监测,大大缩短检测时间和提高检测效率。同时,随着智能化技术的普及,未来水质环境监测系统将朝着自动化、智能化、数据化的方向发展,能够实时采集、分析并反馈水体微生物的状态,为水资源保护、环境治理提供科学依据。此外,随着我国当前环境问题的不断恶化,加强对水质环境的监测不仅能够极大程度上提升人民节水、保水意识,一定程度上还能促进社会的和谐发展。因此,相关政府部门以及水质监测单位应当提升对水质环境的监测与管理,尽可能在保证水质环境受到合理保护的同时减少环境问题的产生^[1]。

3 水质环境监测中微生物检测技术的应用

3.1 传统微生物检测方法的应用

在水质环境监测中,最典型的传统方法便是培养法,其核心原理是将水样中的微生物通过适宜的培养基进行培养,使微生物能够在特定的条件下生长、繁殖,并通过观察菌落的形态、颜色等特征进行鉴定,此法广泛应用于水质监测中的细菌、真菌等微生物的定性和定量分析。例如,常见的总大肠菌群数检测便采用培养法,分析人员通过取样、过滤、培养,可以计算出每单位水样中细菌的数量,此类方法的稳定性和可靠性,使其在许多水质监测项目中得以广泛应用,尤其是在公共饮用水源的安全检测中,仍是标准的检测程序。再者,膜过滤法通过在特定孔径大小的膜上进行水样过滤,能够有效截留水中的微生物,并将其进一步培养或检测,相比培养法,能更加精确地筛选出水样中的细菌,尤其在水质的快速评估中,具有较好的优势。膜过滤法主要应用在水厂、河流、湖泊等水体的常规微生物监测中,特别是细菌污染的检测,对于水体中病原微生物的及时发现和定量分析,能够提供可靠的数据支持(如图1)。



图 1: 水质微生物检测膜过滤器

3.2 分子生物学技术在微生物检测中的应用

分子生物学技术,特别是聚合酶链反应(PCR)和实时荧光定量PCR技术,已经成为水质监测中微生物检测的核心工具,尤其是在精准和快速检测病原微生物方面表现出了独特的优势,与传统的培养法相比,能在不依赖培养的前提下,通过检测水体中微生物的特定基因序列,快速识别和定量存在的致病微生物。PCR技术通过特定引物和探针的

设计,将微生物DNA或RNA中的特定片段扩增至足以检测的水平,使水体中即便是极少量的病原体也能被迅速检测到。实时荧光定量PCR技术进一步提升了检测的敏感性和定量能力,通过实时监控反应过程中的荧光信号变化,能够在短时间内完成对不同微生物种类的高效定量。另外,基因芯片技术通过同时检测多个微生物的基因序列,为复杂水体中的微生物多样性研究提供了有效手段。它能够在一次实验中同时识别不同种类的病原体,为多重污染源的监测提供便利,特别是在饮用水源和复杂环境条件下,可以节省检测时间,提升结果的准确性和全面性。此外,荧光原位杂交技术通过标记探针直接与水样中的目标微生物DNA或RNA结合,并借助荧光信号进行可视化显示,这能够为水质中微生物的空间分布和微环境变化的研究提供有力支持^[2]。

3.3 自动化与智能化微生物检测系统的应用

在水质环境监测中,传统的手动采样和分析方法,存在效率低、数据误差大等问题,而自动化检测系统能够在无需人工干预的情况下,持续监测水体中的微生物状况,这些系统通常配备传感器和高精度分析仪器,通过实时采样并自动化处理,快速给出水体中微生物的定性与定量分析结果,与传统方法相比,可以减少人工误差,提高监测的精度和效率。例如,在一些水厂和水质监控站,自动化微生物检测系统已经实现了24小时不间断监控,能够实时捕捉到水体中微生物的变化趋势,这种技术可以大大缩短数据采集和分析的时间,并通过数据集成与处理,自动生成报告,减轻工作人员的工作负担。另一当面,许多先进的智能化系统不再局限于单一水源的监测,而是能够跨区域地进行数据共享和互联互通。例如,一些城市的水质监控平台已经整合了多个传感器和智能算法,通过云计算平台将各地的水质数据实时上传,并由后台自动分析处理,系统能够根据历史数据和实时监测数据,智能预测出水质变化趋势,为管理部门提供决策支持,基于人工智能技术的自学习能力,甚至可以借助数据积累和模型优化,不断提升监测精度和预警能力。此外,技术人员在进行水质环境现场采样时应当严格遵守其水质监测机构的制度,并且秉承检测工作科学、准确、全面的原则对其进行采集和分析。由于同一片水域的不同地方会存在水质方面的区别,因此技术人员在进行采样时应当尽可能保证其采样地理区域具有代表性,尽可能保证其采样检测结果与区域结果的差异控制在最小范围内,尽可能降低因采样过程的不规范而导致最终结果差异较大等情况的产生。

4 未来水质环境监测微生物检测技术的发展方向

4.1 高效快速的微生物检测技术发展趋势

在水质监测领域,传统的微生物检测方法多依赖于人工操作和较长的培养周期,这种方式在应对复杂水质和突发事件时显得力不从心,但随着科技的进步,尤其是分子生

物学技术和自动化技术的发展,检测过程的高效性和实时性大大提升,新的检测平台开始结合核酸扩增技术,如数字PCR(dPCR)和多重实时PCR,这些技术能够在极短时间内完成水样中的微生物检测,还能够实现多种病原体的同时检测,减少手动操作和分析的误差,特别是在复杂的环境样本中,可以在几小时内完成准确的定量分析,远超传统培养法的时间要求。而且基于微流控技术的便携式检测设备正逐步投入使用,利用芯片技术将样本分析和反应过程整合于一个小型设备中,使现场快速检测成为可能。另外,借助人工智能和大数据技术,现代微生物检测系统能够实时获取数据,并借助机器学习算法,对水质变化进行智能预测,智能分析系统通过历史数据和实时监测数据的结合,可以快速识别出潜在的水质变化趋势,提前预警潜在的微生物污染风险,这种智能化分析不再局限于简单的检测数据处理,而是实现了数据的深度挖掘和趋势预测。例如,基于传感器网络和云计算技术的水质监测平台,能够将分布在各个水源地的微生物检测数据上传至云端,并通过算法自动处理,生成实时监控报告,提升信息共享和决策的效率,这种多维度、全方位的监测系统,可以显著提高水质监控的时效性和精准性,为突发水质事件的应急响应提供强大的技术支持^[3]。

4.2 多参数监测技术的集成与应用

传统的水质检测侧重于某一单一指标的监测,如水中的细菌数量或化学成分含量,而现代的多参数监测系统能够将微生物、化学污染物、物理性质等多个维度的数据实时采集和整合,形成一个立体化的水质监控系统。比如,水质传感器能够同时监测水中的pH值、溶解氧含量、温度、电导率以及特定病原微生物的浓度等,这些数据通过数据集成平台进行分析,能为水质安全评估提供更为精准的信息。随着

技术的进步,基于传感器网络的水质监测系统,正逐步向“智能化”和“实时化”方向发展,例如,结合卫星遥感技术、物联网和云计算平台,水质监测数据可以实时上传和处理,并借助大数据分析和机器学习算法进行智能预测,这一技术发展能够满足监测过程中对多参数整合的需求,更能通过深度学习模型对历史和实时数据进行多维度分析,帮助决策者实现动态管理和优化调度。此外,传感器的便携性和智能化特性,使得水质监测系统在不同的水体和环境条件下灵活应用,能够在饮用水水源地进行实时监控,也能在工业废水、农业灌溉水等领域提供多层次、全方位的水质评估。

5 结语

综上所述,水质环境监测中的微生物检测技术经历了从传统方法到现代高效、智能技术的蜕变。随着分子生物学技术的深入应用,自动化与智能化系统的崛起以及多参数监测技术的融合,水质监测的精度和时效性得到了前所未有的提升,这一进程能够增强水源保护的科学性和前瞻性,为环保政策的执行和公共健康安全的保障提供强大的技术支撑。未来,随着技术的不断革新,水质监测将更加依赖于集成化、自动化和智能化系统,推动水质管理进入更加精细化、实时化的新时代。

参考文献

- [1] 马轶君. 微生物检测技术在水质环境监测中的应用[J]. 科技资讯, 2024, 22(10): 198-200.
- [2] 董均锋. 微生物检测技术在水质环境监测中的应用[J]. 清洗世界, 2023, 39(06): 45-47.
- [3] 杨立芳. 水质环境监测的微生物检测技术应用[J]. 清洗世界, 2023, 39(02): 53-55.