

# 水环境中新型污染物检测技术的创新与质量控制体系构建

邱玮茜 曾琳 陶红蕾

山东省青岛生态环境监测中心 山东 青岛 266000

**摘要:** 随着水环境中新型污染物问题日益严峻,检测技术创新与质量控制体系构建至关重要。检测技术方面,有生物传感快速检测、纳米材料增强检测、光谱分析在线监测以及智能化识别与预警技术,这些技术提升了检测的灵敏度、准确性和及时性。质量控制体系构建涵盖检测流程标准化建设、质量监控指标设定、人员能力持续提升和数据质量保障机制等内容,确保检测结果可靠、有效。通过技术创新与体系构建,能更好地应对水环境新型污染物检测挑战,保护水环境安全。

**关键词:** 水环境;新型污染物检测;技术创新;质量控制体系

**引言:** 在全球工业化和城市化快速推进的当下,水环境安全面临着新型污染物的严峻挑战。新型污染物具有种类多、毒性强、难降解等特点,对生态系统和人类健康构成潜在威胁。传统检测技术在应对这些新型污染物时存在一定局限性,难以满足精准检测与实时监控的需求。因此,开展水环境中新型污染物检测技术的创新以及构建与之相匹配的质量控制体系,对于准确掌握水环境质量状况、制定科学有效的污染防治策略具有至关重要的现实意义。

## 1 水环境新型污染物概述

在全球工业化和城市化进程不断加快的背景下,水环境中的新型污染物问题日益凸显,对生态环境和人类健康构成了潜在威胁。新型污染物是指水环境中浓度低、潜在影响大且现有水质指标并不能很好反映其实际污染状况的一大类物质。其来源广泛,涵盖了工业生产、农业活动、城市生活污水排放等多个领域。工业生产过程中排放的各种化学物质,如持久性有机污染物、重金属等;农业上大量使用的农药、化肥,通过地表径流和渗透进入水体;城市生活污水中含有的药物和个人护理用品、内分泌干扰物等,都是新型污染物的重要来源。新型污染物种类繁多,包括持久性有机污染物、内分泌干扰物、药物和个人护理用品等。持久性有机污染物具有高毒性、持久性和生物累积性,能够在环境中长时间存在,并通过食物链不断富集,对生物和人类健康产生严重危害<sup>[1]</sup>。内分泌干扰物可以模拟或干扰生物体内的激素,影响生物的生殖、发育和免疫系统。药物和个人护理用品在水环境中的浓度虽然较低,但长期暴露可能对水生生物和人类健康产生潜在影响。新型污染物对水环境和生态系统造成了多方面的危害,它们可能导致水体生态系统失衡,影响水生生物的生存和繁殖,降低生物多样性。一些新

型污染物还具有致癌、致畸、致突变等毒性,对人类健康构成直接威胁。此外,新型污染物的存在也增加了水处理的难度和成本,影响了水资源的可持续利用。为了有效应对水环境新型污染物问题,需要加强对新型污染物的监测和研究,制定相应的管理政策和标准,采取有效的治理措施,以保护水环境和人类健康。

## 2 水环境中新型污染物检测技术的创新

### 2.1 生物传感快速检测技术

生物传感快速检测技术凭借其独特优势,为水环境中新型污染物检测带来了新的变革。(1)精准靶向识别:借助生物分子间的特异性亲和力,如酶与底物、抗体与抗原的结合,生物传感器可精确锁定目标污染物,极大提升检测的特异性,有效区分结构相似的污染物。(2)即时响应反馈:该技术具备快速响应能力,能在短时间内输出检测结果,实现对水环境中污染物的实时监测,及时捕捉污染突发状况。(3)多指标同步分析:通过整合多种生物识别元件,生物传感检测系统可同时针对多种新型污染物进行定量分析,提高检测效率,节省检测时间与成本。(4)现场便捷检测:传感器设计趋于小型化、集成化,可制成便携式设备,便于在现场开展检测工作,无需复杂的样品前处理和大型仪器支持。(5)智能数据处理:结合现代信息技术,生物传感检测系统可自动采集、分析和存储数据,并实现远程传输与共享,为环境管理决策提供有力支持。

### 2.2 纳米材料增强检测技术

纳米材料增强检测技术凭借独特的物理化学性质,为水环境新型污染物检测带来了显著的性能提升。(1)高灵敏信号放大:纳米材料具有大的比表面积和特殊的光学、电学性质,能够显著放大检测信号,使原本难以检测的低浓度污染物得以被精准识别,极大提高了检测灵

敏度。(2) 特异靶向富集: 通过对纳米材料表面进行功能化修饰, 可以使其对特定的新型污染物具有高度的选择性和亲和力, 实现对目标污染物的高效富集, 降低检测限。(3) 多模态检测适配: 纳米材料可与多种检测技术相结合, 如光谱分析、电化学检测等, 实现多模态检测, 从不同角度获取污染物信息, 提高检测的准确性和可靠性。(4) 实时原位监测: 某些纳米材料制成的传感器具有良好的稳定性和响应速度, 能够实现对环境中新污染物的实时原位监测, 及时反映水质变化情况。(5) 环境友好应用: 部分纳米材料具有良好的生物相容性和可降解性, 在检测过程中对环境的影响较小, 符合绿色检测的发展趋势, 为可持续的水环境监测提供了新途径。

### 2.3 光谱分析在线监测技术

光谱分析在线监测技术为水环境中新型污染物检测带来了革新性突破。该技术基于不同新型污染物对特定波长光线的吸收、发射或散射特性差异, 实现实时、精准检测。其优势显著, 能快速捕捉水体中新型污染物的动态变化。通过连续监测, 可及时获取污染物浓度随时间、空间的变化信息, 为污染预警和应急处理提供有力支持。而且, 光谱分析技术无需复杂的样品前处理, 大大缩短了检测周期, 提高了检测效率。在实际应用中, 多种光谱技术协同发挥作用。紫外-可见分光光度法可检测具有特定紫外吸收峰的污染物, 如某些染料和药物; 荧光光谱法凭借高灵敏度, 能检测痕量的荧光性新型污染物, 像多环芳烃等; 拉曼光谱技术则可提供污染物的分子结构信息, 实现准确鉴定<sup>[2]</sup>。随着科技发展, 光谱分析在线监测技术不断升级。结合先进的传感器和自动化控制系统, 实现了数据的实时传输和远程监控。同时, 与人工智能算法融合, 能对大量监测数据进行智能分析, 挖掘潜在规律, 为水环境管理和决策提供科学依据, 有力推动水环境保护事业迈向新高度。

### 2.4 智能化识别与预警技术

智能化识别与预警技术在水环境新型污染物检测领域展现出巨大潜力, 为守护水生态安全提供前沿手段。该技术深度融合人工智能、大数据与物联网等先进技术。通过构建智能算法模型, 对海量的水环境数据进行深度挖掘与分析, 能够精准识别新型污染物的种类、浓度及其变化趋势。机器学习算法可不断学习新型污染物的特征信息, 提升识别的准确性与效率, 即使是微量、复杂的新型污染物也难以遁形。物联网技术则实现了水环境监测设备的互联互通, 构建起全方位、实时性的监测网络。分布在各个关键节点的传感器持续采集水环境数据, 并

快速传输至智能分析平台。一旦检测到新型污染物浓度超过预设阈值, 系统会立即触发预警机制, 通过短信、邮件等多种方式及时通知相关人员。智能化识别与预警技术还具备自我优化与升级能力, 随着新型污染物的不断出现和检测需求的变化, 系统可通过在线学习不断更新算法模型, 提高对新型污染物的适应性和检测能力, 为水环境管理部门提供科学、精准的决策依据, 有效预防和控制新型污染物对水环境的危害。

## 3 水环境中新型污染物检测质量控制体系的构建

### 3.1 检测流程标准化建设

检测流程标准化建设是水环境中新型污染物检测质量控制体系构建的关键环节, 能确保检测结果的准确性与可靠性。(1) 采样规范统一: 明确采样点位、时间、频率和方法, 确保采集的水样具有代表性。对采样容器的材质、清洗和保存条件作出规定, 防止样品在采集过程中受到污染。(2) 前处理流程优化: 制定标准化的样品前处理步骤, 如萃取、净化和浓缩等, 减少操作误差。选用合适的前处理技术和设备, 提高处理效率和回收率。(3) 分析方法选择: 依据污染物特性和检测要求, 挑选合适的分析方法, 如色谱-质谱联用、光谱分析等。对分析的操作条件、参数设置和质量控制要求进行详细规定, 保证检测的准确性。(4) 数据记录规范: 建立统一的数据记录模板, 确保数据记录的完整性和准确性。对数据的采集、处理和存储进行规范, 防止数据丢失或篡改。(5) 报告编制标准: 制定检测报告的格式和内容要求, 确保报告包含必要的信息, 如检测项目、方法、结果和结论等。对报告的审核和签发流程进行规定, 保证报告的质量。

### 3.2 质量监控指标设定

在水环境新型污染物检测质量控制体系构建中, 合理设定质量监控指标是确保检测数据精准可靠的关键。对于检测方法的精密性, 需设定重复性限与再现性限。重复性限反映同一检测人员在相同环境、使用相同设备与试剂, 短时间内对同一样品多次检测结果的波动范围。通过多次平行测定计算标准偏差来确定, 保证检测过程自身稳定性。再现性限则考量不同实验室、不同检测人员等因素综合影响下检测结果的差异程度, 以此评估检测方法的通用性和可重复性。准确度方面, 以加标回收率为核心指标<sup>[3]</sup>。向水样中添加已知准确浓度的新型污染物标准物质, 经检测计算回收率。回收率处于合理区间, 表明检测方法能准确测定水样中污染物含量, 不存在明显系统误差。灵敏度指标也不容忽视, 明确最低检测限, 即能可靠检测出的新型污染物最低浓度, 体现检测方法对

痕量污染物的捕捉能力。同时设定最低定量限,保证能对污染物进行准确定量测定,为水环境质量评估和污染治理决策提供科学、精确的数据支持,有效保障水环境安全。

### 3.3 人员能力持续提升

人员能力的持续提升是保障水环境中新型污染物检测质量控制体系有效运行的核心要素。(1) 专业知识更新:定期组织人员参加水环境检测相关的新知识、新技术培训,如新型污染物的特性、最新的检测标准等,使检测人员及时掌握行业前沿动态。(2) 技能实操训练:开展针对性的实操技能培训,模拟实际检测场景,让人员熟练掌握各类检测仪器的操作、样品处理流程等,提高实际操作能力和解决问题的能力。(3) 案例分析研讨:收集典型的检测案例进行分析研讨,引导人员从案例中总结经验教训,提升对复杂情况的判断能力和处理能力,避免在实际工作中出现类似错误。(4) 考核激励机制:建立科学合理的考核制度,对人员的专业知识、技能水平进行定期考核。设立激励措施,对表现优秀的人员给予奖励,激发人员提升自身能力的积极性。(5) 交流合作拓展:鼓励人员参加行业学术交流活动、与其他检测机构开展合作,拓宽视野,学习借鉴先进的检测技术和质量控制经验,促进自身能力的不断提升。

### 3.4 数据质量保障机制

在水环境新型污染物检测质量控制体系里,数据质量保障机制是确保检测结果科学、准确、可靠的核心环节。数据采集环节,要严格规范操作流程。检测人员需依据标准方法,精准使用仪器设备,详细记录各项原始数据,包括采样时间、地点、环境条件以及检测过程中的关键参数等,确保数据来源的真实性和完整性。同时,采

用先进的自动化采集设备,减少人为因素干扰,提高数据采集的效率和准确性<sup>[4]</sup>。数据传输过程,建立安全稳定的通道。运用加密技术对数据进行加密处理,防止数据在传输过程中被篡改或泄露。采用高速、可靠的网络传输方式,确保数据能够及时、准确地传输至数据处理中心,避免因传输延迟或中断导致数据丢失或损坏。数据处理阶段,运用科学合理的算法和模型。对原始数据进行审核、筛选和校正,剔除异常值和错误数据。通过专业的统计分析软件,深入挖掘数据背后的规律和趋势,为水环境质量评估和污染治理提供有力依据。

### 结语:

未来,水环境中新型污染物检测技术创新与质量控制体系构建将持续深化。检测技术会朝着更灵敏、更快速、更智能的方向发展,如生物传感、纳米材料等技术不断优化,实现对更多种类新型污染物的精准检测。质量控制体系也将更加完善,进一步强化标准化、规范化和信息化管理。同时,跨学科合作会更为紧密,整合多领域技术优势。此外,国际交流与合作也会不断加强,共同应对全球性水环境新型污染物问题,为守护水环境安全、推动可持续发展提供坚实技术与制度保障。

### 参考文献:

- [1]冯燕,孟丽明.新型传感器在环境污染物检测中的技术创新与应用研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(2):61-63.
- [2]杨再波,孟凡丽,黄萍,等.城市水环境中新污染物的现状及分析检测研究进展[J].环保科技,2025,31(1):59-64.
- [3]崔含.水环境监测方法体系与质量控制研究[J].实验室检测,2025,3(21):207-209.
- [4]彭安.水环境监测质量控制的相关措施探讨[J].实验室检测,2025,3(2):84-86.