

# 水生态环境监测技术创新及在污染溯源中的应用进展

冉光芝 税刘杨 李杰 李刚  
谱尼测试集团四川有限公司  
DOI:10.12238/eep.v8i6.2719

**[摘要]** 当下,水环境监测依然沿用多年之前的技术,因此具有监测无法保证时效性、效率低下以及过程繁琐等缺陷。伴随水污染控制要求的不断提高,传统的监测方法无法有效、准确地追踪各类污染源,也不能在较短时间内判断水生态环境中存在的问题,无法满足水生态环境保护的实际形势。为了提升水资源保护的效果,使之与现代社会的发展保持一致,我们必须寻找一种能全方位、高效率的数据采集方式以优化水生态系统的监测能力。

**[关键词]** 水生态环境; 监测技术; 污染溯源; 应用

**中图分类号:** X924.2 **文献标识码:** A

## Technological Innovation in Aquatic Ecological Environment Monitoring and Its Application Progress in Pollution Source Tracing

Guangzhi Ran Liuyang Shui Jie Li Gang Li  
Pony Testing Group Sichuan Co., Ltd.

**[Abstract]** At present, water environment monitoring still adopts technologies from many years ago, which has drawbacks such as inability to guarantee timeliness, low efficiency, and cumbersome processes. With the continuous deepening and advancement of water pollution control, traditional monitoring methods cannot effectively and accurately track various pollution sources, nor can they quickly identify problems in the aquatic ecological environment, thus failing to meet the actual needs of aquatic ecological environment protection. To improve the effectiveness of water resource conservation and align it with the development of modern society, we must explore a comprehensive and efficient data collection method to optimize the monitoring capabilities of aquatic ecosystems.

**[Key words]** aquatic ecological environment; monitoring technology; pollution source tracing; application

### 引言

伴随着中国现代化与城市化的迅速推进,我们国家的生态系统正承受巨大的负担。频繁发生水质恶化现象的同时,各类有害物质也在增加并变得越来越多样化。传统的环境监测方式已经无法适应现今环保工作的需求了。特别是在追踪源头问题上,应对多种因素引起的混合且轻量级的污浊特性时,怎样能有效率并且准确定位到其根源成为了水清洁工作中最大的挑战之一。近些年,由于卫星图像处理技术的发展及互联网信息网络系统的完善等新颖的技术进步使得我们的污水管理措施逐渐朝着智能型、自动式、高精度的方式转变。这种新型的管理模式不但提升了监测的有效性和正确性的同时也给寻找污水的根本原因带来了全新的策略思考角度。

### 1 水生态环境监测技术应用于环境保护中的优势

利用水生态环境监测技术的主要目的是深入了解特定环境区域内的水质状况,确定污染物质的源头和其具体的分布范围,

并构建全面的水环境监测策略。执行水环境监测时需严格遵循相应的规则与标准,以实现水环境状态的全面评估。确保监测数据的真实性、有效性和科学性是监测人员的首要任务。而水环境监测的结果可作为环保工作的参考资料,同时也是水生态系统保护的重要指引。由于全球水域生态系统的日益恶化,人类生活和工作中都受到一定程度的影响,各地频发的水环境污染问题也使环保部门意识到加强水环境保护的重要性。运用水生态环境监测技术来实施环境保护措施,借助高科技工具解析水中污染物质,能为我们水环境问题的解决方案提供有力的支持。

### 2 当前技术应用中的瓶颈

尽管近年来水生态环境监测技术取得了显著进步,但在实际应用中仍存在诸多瓶颈,制约了其在污染溯源中的有效性与广泛推广。

首先,数据精度与实时性问题依然突出。尽管传统的监测方式具有较高的精确度,但是其采集速率较低且反应时间较长,无

法适应突发的污染事故需要迅速应对的需求。然而,新近发展的线上监控和远程观测的技术能够实现实时的监测,但是在复杂的水域环境下容易受到气候、水流等多种条件的影响,从而造成数据的不稳定性并降低了准确性。另外,一些智能化设备可能因为长时间的使用出现偏差或磨损的问题,这会影响到它们的测量结果的稳定性和可信赖性。

其次,技术的整合和标准化水平不足。目前有许多不同的监测技术,然而没有一致的标准或数据连接,这使得各个系统的数据无法互相分享并共同研究。比如,卫星图像和实地测量结果在时间和空间精度上有所区别,因此很难直接结合起来使用。此外,制造各种监测设备的公司数量庞大,产品的质量各异,且缺少统一的性能评价及认证机制,这也为选择合适的技术和整个系统的构建带来了挑战。

最后,对于污染源头追踪模型来说,其应用性和精确度还有待提高。现有的追溯模型大多依赖于理想化的设定,无法全面地描述出复杂的水文和水质变化情况,特别是在多个污染源并存且污染物质转移转化的机理尚不明朗的时候,模型的结果预测具有较大的不可预见性。再者,这些模型需要较高的输入数据品质,然而实际情况中的检测数据经常出现遗漏或者错误,这会进一步降低追溯结果的可信度。

### 3 水生态环境监测技术在环境保护中的具体应用

#### 3.1 对监测指标进行完善

在执行水生态系统评估任务的时候必须和本地的具体状况相结合,利用本地污染源、水中危险化合物的种类、分布及浓度等情况来实施水质评价,特别是那些造成较大影响、威胁人类健康的重大污染物应被视为主要关注点,并据此制定有针对性的评估策略。可以适度地添加更多测定参数,以现有标准为基础,增添更灵敏的污染物测量指标,以便从其变化趋势上给水质量评判提供可信赖的参考信息。可以在指定时间或周期内随机取样检查,如果满足本地区的水污染现状,需设定明确的数据指标,加强数据处理工作,用科学方法解析水中的污染成分。

#### 3.2 水环境监测系统

在执行水质检测任务时,采用全面化的管理策略至关重要。所有参与水质检测的人员应积极运用最新科技手段以提升水质检测的效果和效率。例如,可借助线上监测设备持续追踪水质状况,确保其测量的真实性及精确度。同时,可通过信息互通技术把收集的数据资料上传到相关的网络服务平台上供其他公司参考,从而增强他们对监管目标的管理力度,降低有害物质的排放量。举例来说,近年来,引起水污染的污染源种类的数量逐年上升,尤其是那些具有高毒性的但难以察觉的污染源,这种增长尤为明显。此外,许多污染源还会因相互接触而产生新类型的污染物,使得水中污染物的构成更为复杂且毒性更大。因此,环保监测机构必须不断优化水质检测的技术能力,特别是针对那些具有高毒性的污染源的检测技能,根据各种参数来评估污染情况,并提出有效的防治方法。

#### 3.3 采样技术

在执行水质检测任务时,我们必须深刻认识到自身责任的重要性,以确保我们的检测成果是科学和精确的。为提升工作效率,应采取各种方法来优化操作过程,并严格遵循规定的采集步骤。鉴于水的多样性特性,容易受外部影响,因此需要采集人员对其采集阶段实施限制措施。例如,在开始采集前,需确定采样点的位置及覆盖区域,并对现场进行调查,调整所有仪器使其处于良好状态,以便设备能够充分发挥功能。在采集样本的过程中,收集有价值的数据至关重要,如果可能的话,可重复采集几次,然后计算平均数值。采集完成后,应对每个阶段的活动状况做深入研究,强化质量管理,确保测定结果符合预期的目标。

#### 3.4 基于物联网技术的新型水质监测系统

当前,大部分中国城市的污水质量监控需要工作人员亲自前往采样点收集样本并将其带回实验室,然后利用化学方法和定性定量电极法等手段进行分析。然而,这样的操作耗时长且效果有限,其及时性也相对较弱。而采用物联网技术的全新水质监测体系则有效地克服了这些问题,它能大幅度提高水质监测的结果精确性和实际效益。该新式体系包含智能化感应层,可通过对采样的源头进行感应来获取温度、pH值等相关信息;再由智能化传递层实现对可见环境状态的调节;最后,借助智能化应用层完成监测数据的上传与处理。此种基于物联网技术的全新水质监测体系不仅能在水中检测出水温和pH值、溶解氧及生物需氧量等多种物质,还能把测得的数据通过水基站发送给检验者平台,从而实现了对水生态系统的实时动态管理。这样一来,即使不需要去实地也能获得有关测试点的各种指标,大大提升了水质监测的效果。

#### 3.5 X射线荧光光谱技术

利用X射线荧光光谱技术可以有效地监控水中某些重金属成分的变化,该技术的核心部分由五个模块构成:采样单元、测量单元、解析单元、管理单元以及清洁单元。其中,采样单元负责收集样本,而测量单元则是用于处理这些样本以获取信息;解析单元则会根据已有的测试命令来确定样本中的其它成分的浓度;管理单元是用来掌控整个系统的运作状况;最后,清洁单元的主要任务就是清理可能因实验过程产生的影响,从而保证后续试验的结果不受干扰。为了获得稳定的数据,工作人员必须严格遵守设备的使用指南,确保准确无误。具体来说,他们需要先开启实时监测的水泵,然后让待测水样进入管道,最终抵达取样单元,接着它会被进一步过滤后送到检测池,之后再用X射线源对其进行照射,随后使用荧光探测器捕捉到荧光信号,并将之转换为各种重金属元素的含量,最后从输出口输出。

### 4 创新监测技术在污染溯源中的应用案例

随着水环境污染问题日益复杂,传统的监测手段已难以满足污染溯源的精准化、实时化需求。近年来,遥感技术、无人机监测、智能传感器网络、DNA条形码等新兴技术迅速发展,并在污染溯源实践中取得了显著成效。

#### 4.1 案例一:基于遥感与无人机的水体富营养化监测与溯源

##### 4.1.1 案例背景

某大型湖泊近年来频繁爆发蓝藻水华, 水体富营养化问题严重, 影响了周边居民的饮水安全和生态环境。为查明富营养化的主要来源, 环保部门启动了遥感与无人机联合监测项目。

#### 4.1.2 技术应用

在最开始的时候, 运用卫星遥感技术收集湖泊以及其周围地区的多光谱影像数据, 经过分析水体中叶绿素a的浓度、悬浮物的浓度等指标, 可以确定出存在严重富营养化问题的地区。接下来, 安装了多光谱传感器的无人机, 进行高清晰度航拍, 以获取更详尽的水质参数分布图。终究, 通过利用gis地理信息系统对污染区周围的土地使用方式进行分析, 我们发现许多农业种植区存在过度施肥的情况, 而农业径流很可能是主要的污染源。

#### 4.1.3 应用效果

利用遥感和无人机的协同监控, 我们能够迅速确定富营养化区域的空间分布特性以及主要污染源, 这为后续的污染防治提供了精确的数据依据。相较于传统的手动采集, 此种方式显著增强了监测效率和覆盖面积。

### 4.2 案例二: 智能传感器网络在工业园区排污监控中的应用

#### 4.2.1 案例背景

某工业园区内企业众多, 污水排放情况复杂, 曾多次发生偷排、超标排放事件, 给周边水体造成严重污染。为加强对园区排污行为的监管, 当地政府建设了智能传感器监测网络。

#### 4.2.2 技术应用

园区内的企业污水排放口、河道主要断面以及雨水排放口都安装了各类智能传感器, 实时监控水质指标 (例如化学需氧量、氨氮、重金属等)。通过物联网技术, 传感器的数据能够实时上传到监控平台。利用大数据分析技术, 平台可以自动识别出异常排放行为。一旦检测到某个公司的排放口水质有问题, 系统会自动触发警报, 并启动无人机进行实地调查, 迅速确定偷排的公司。

#### 4.2.3 应用效果

通过智能传感器网络, 我们能够对园区的排污行为进行实时监控和快速反应, 有效地遏制了偷排的现象。此外, 我们还通过数据积累与分析, 创建了企业的排污档案, 为环境执法提供了强大的证据支持。

### 4.3 案例三: DNA条形码技术在微污染源识别中的应用

#### 4.3.1 案例背景

某城市河流频繁出现微量有机污染物, 传统监测手段难以确定具体来源。为精准识别污染源, 研究团队引入了DNA条形码技术。

#### 4.3.2 技术应用

研究人员采集河流水样, 提取水样中微生物的DNA, 通过高通量测序技术, 分析微生物群落结构。

不同污染源 (如生活污水、工业废水、农业径流) 会影响水体中微生物的组成, 形成特定的“微生物指纹”。

通过比对水样微生物群落与已知污染源数据库, 成功识别出主要污染源为某食品加工企业的有机废水排放。

#### 4.3.3 应用效果

DNA条形码技术成功实现了对微量有机污染物的精准溯源, 弥补了传统化学分析方法的不足。该技术灵敏度高、特异性强, 特别适用于复杂污染场景下的源解析。

## 5 结束语

总结来看, 水生生态系统的监测方法正在向多样化、数字化及精确性的趋势迈进。传统的检测方式在实时信息获取、区域覆盖度以及污染源头辨识的能力上有明显的局限性, 而新颖的技术如遥感和无人驾驶飞机、智能探测器、DNA条形码等则能为其提供强大的支持以追踪污染来源。利用多种技术结合并整合成一体的方法, 能够提升检测速度和准确性, 同时也强化了对于复杂污染问题解决能力的提高。但是, 目前这些技术的使用还受到诸如昂贵费用、缺乏一致的标准和繁琐的数据处理等问题的影响。因此, 未来的目标是需要继续研究开发新的技术并且实现设备本土化, 促进标准化和数据分享机制的发展。此外, 政府部门也需要增加对环保设施建设的投资, 健全法律法规框架, 以此来为科技创新创造更好的制度条件。

## [参考文献]

- [1]陈美瑾. 水体生态环境监测难点及生物监测技术应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(12): 142-144.
- [2]崔悦. 构建现代化水生态环境监测技术体系打破水环境监测的数据瓶颈[J]. 环境与生活, 2020(1): 5.
- [3]刘小卫, 陆光华. 主动生物监测技术在水环境风险评价中的应用[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(3): 5.
- [4]许峰, 曾大林. 地球信息技术在水土保持生态环境监测中的应用[J]. 中国水土保持, 2001(8): 2.
- [5]潘晨昊. 初析生物监测技术在水环境工程中的应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(14): 1387.
- [6]魏潇淑, 陈远航, 常明. 等. 流域水污染监测与溯源技术研究进展[J]. 中国环境监测, 2022, 38(5): 27-37.

## 作者简介:

冉光芝(1986--), 女, 汉族, 云南昭通人, 本科, 中级职称, 研究方向: 环境监测。