

城市河道水质常规监测技术优化与污染溯源研究

陈永升

普洱市生态环境局西盟分局生态环境监测站

DOI:10.32629/ems.v8i3.18731

[摘要] 城市河道水质常规监测是把控水生态环境质量、开展污染治理工作的核心技术支撑,其监测精度与溯源效率会直接影响左右城市水环境治理的成效以及水生态系统的稳定,在当下城市河道水质常规监测过程中,仍然存在诸如监测点位布设不合理、监测技术自动化程度偏低、污染溯源方法单一之类的问题,这些问题极大制约了水质管控与污染治理的精准性,本文依照城市河道水质的时空变化特性,全面论述监测技术优化、污染溯源体系构建、监测溯源协同应用这三类核心内容所持有的关键要点,并且剖析技术应用中的现存问题与改进方向,从而明确各个环节技术实施的重点,进而为提升城市河道水质监测水平、加强污染精准治理提供参考。

[关键词] 城市河道;水质常规监测;技术优化;污染溯源;水生态治理

引言

城市河道是城市水生态系统的重要载体,承担着防洪排涝、生态涵养、景观休闲等多重功能,其水质状况关乎居民生活质量与城市可持续发展。如今城市化进程持续加快,工业废水、生活污水、农业面源等污染物排放量不断增加,城市河道面临着有机污染、重金属超标、富营养化等诸多风险,黑臭水体现象屡见不鲜,严重破坏了水生态平衡和城市可持续发展。水质常规监测是掌握河道水质动态变化的关键手段,而污染溯源则是实现靶向治理的前提,二者共同构成城市水环境治理的核心技术体系。但在实际工作中,由于受监测技术手段滞后、点位布设缺乏科学性、溯源方法针对性不强等诸多因素的影响,水质监测数据的时效性与准确性不足,污染溯源难以精准定位污染源的类型与位置,若不能及时加以改进,很有可能导致污染治理工作陷入“盲目施策、收效甚微”的困境,造成资源浪费与治理延误等后果。技术优化与方法创新对于保障城市河道水质监测与污染溯源工作的有效性十分关键,只有准确找出技术应用中的短板,清楚实施重点,并强化多技术融合应用,才能有效提升城市水质管控水平,使得河道水质治理达到设计和规范标准。所以,深入剖析城市河道水质常规监测技术优化路径与污染溯源方法,理清技术协同应用的重点,对改善城市水环境的整体治理水平有着非常重要的实际意义。

1 城市河道水质常规监测技术的现存问题与优化路径

1.1 水质常规监测技术的现存问题剖析

城市河道水质常规监测技术应用中存在的短板,是制约监测工作效能提升的关键因素,大致可归结为三个方面,其一为监测点位布设因素,即点位设置缺乏科学性,这是造成监测数据代表性不足的底层缘由,比如部分城市布设监测点位时,仅依照行政区划均匀分布,忽略了支流汇入处、排污口下游、生态敏感区等关键区域,导致监测数据无法全面反映污染高发点位的水质状况,又或者点位布设密度不足,难以捕捉水质的空间变化规律,这些都会降低监测数据的应用价值水平,进而影响后续的水质评价与污染溯源工作。其二为监测技术手段因素,技术应用滞后、自动化程度低也是引发监测效能不足的关键所在,譬如在监测工作中仍以人工采样、实验室分析为主,便携式监测设备普及率不高,在线监测系统建设滞后,导致监测频次低、数据时效性差,无法及时响应突发性污染事件;部分监测设备的精度与稳定性不足,易受水体浊度、温度等环境因素干扰,造成监测数据偏差较大。其三为数据处理因素,数据管理与分析体系存有漏洞,数据利用率不高同样是监测工作的主要短板,监测单位若没有形成统一的数据标准,人工采样、在线监测等多源数据难以有效整合,形成“数据孤岛”;对监测数据的分析仅停留在简单的统计与浓度评价层面,缺乏结合水文、气象、污染源等多源信息的深度挖掘,未能揭示水质变化的驱动机制与演变规律。

1.2 水质常规监测技术的优化实施要点

城市河道水质常规监测技术优化需遵循科学、系统、实

用的原则,从点位布设、技术升级、数据处理三个维度同步推进,从而提升监测工作的整体效能。监测点位布设优化要坚持全面覆盖、重点突出的原则,综合考量河道水文特征、污染源分布、水功能区划等因素。首先要开展河道基础调查,明确支流汇入处、排污口、饮用水源地保护区、黑臭水体整治段等关键区域,将其列为重点监测区域;其次采用均匀布点与重点加密相结合的方式,对于平直宽阔的河道,按照1—3km的间距布设常规监测断面,对于排污口下游、支流汇入处等关键点位,在500m范围内增设加密监测断面;最后引入地理信息系统(GIS)技术,构建监测点位空间数据库,实现点位的可视化管理与动态调整,当河道周边污染源发生变化时,及时优化点位布局,保证监测数据的代表性。监测技术手段升级要构建“人工采样+便携式监测+在线监测”三位一体的多技术融合监测体系,实现优势互补。在突发性污染事件发生时,实现对pH值、溶解氧、浊度等指标的现场快速检测,为应急处置提供实时数据支撑;在线监测系统要扩大覆盖范围,在重点河段、排污口下游等区域布设在线监测站,配备常规指标监测传感器,引入物联网技术实现数据实时传输与远程监控,同时加强设备日常校准与维护,减少泥沙、藻类等因素对监测数据的干扰。

2 城市河道水污染溯源技术体系的构建与应用要点

2.1 城市河道水污染的主要类型与溯源难点

城市河道水污染来源复杂多样,根据污染源的排放特征可分为点源污染与非点源污染两大类。点源污染主要包括工业废水排放、城镇生活污水排放、污水处理厂尾水排放等,具有排放位置固定、污染物浓度高、影响范围集中等特点;非点源污染主要包括农业面源污染、城市地表径流污染、大气沉降污染等,具有污染源分散、污染范围广、形成机制复杂等特点。城市河道水污染溯源的核心难点在于污染源的多样性与水体环境的复杂性。一方面,同一河道往往同时受到多种污染源的叠加影响,不同污染源的污染物特征存在差异,导致污染信号相互干扰,难以直接区分不同污染源的贡献比例;另一方面,污染物进入水体后,会发生稀释、扩散、吸附、降解等一系列物理化学变化,污染物浓度会随着时间和空间发生动态衰减,原始污染特征逐渐弱化,增加了溯源工作的难度。

2.2 多技术融合的污染溯源体系构建要点

针对城市河道水污染溯源的难点,需构建“理化指标分析—同位素示踪—分子生物学检测”相结合的多技术融合溯源体系,实现从定性识别到定量溯源的精准分析。理化指标分析是污染溯源的基础手段,核心在于通过常规指标与特征污染物的协同检测,初步判断污染类型与来源。首先要检测水体中的常规理化指标,如化学需氧量、氨氮、总磷等,分析水质污染的基本状况,例如当水体中化学需氧量、氨氮浓度显著升高时,可初步判断存在生活污水或工业废水污染;同位素示踪技术是污染溯源的精准手段,核心在于利用同位素的独特“指纹”特征,追踪污染物的迁移转化路径。在城市河道水污染溯源中,常用的稳定同位素有 $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{34}\text{S}$ 等,可广泛应用于氮、磷、硫等污染物的溯源。例如,生活污水中的氮主要来自人体排泄物,其 $\delta^{15}\text{N}$ 值通常较高;农业面源污染中的氮主要来自化肥,其 $\delta^{15}\text{N}$ 值相对较低,通过分析水体中氮同位素的组成特征,可有效区分生活污水与农业面源污染的贡献比例。在实际应用中,需采集污染源与受污染水体的样品,测定样品中同位素的组成特征,建立同位素“指纹”数据库,通过对比分析确定污染物的来源。

2.3 污染溯源技术的规范应用流程

城市河道水污染溯源需遵循“现场调查—样品采集—实验室分析—综合判定”的规范流程,确保溯源结果的准确性与可靠性。第一步为现场调查,通过实地勘察了解河道的水文特征、沿岸土地利用类型、污染源分布等情况,结合水质监测数据,确定污染疑似区域。第二步为样品采集,在污染疑似区域、污染源排放口、河道上下游等关键点位采集水体样品、沉积物样品以及污染源样品,确保样品的代表性与典型性。第三步为实验室分析,采用理化指标分析、同位素示踪、分子生物学检测等技术手段,对采集的样品进行全面分析,获取污染物浓度、同位素组成、微生物群落结构等数据,同时严格控制实验过程中的质量,减少实验误差。第四步为综合判定,结合实验室分析数据、现场调查结果以及污染源普查信息,通过多技术数据交叉验证,确定污染源的类型、位置与贡献比例,形成污染溯源报告,为污染治理提供精准的技术指导。

3 城市河道水质监测与污染溯源技术的协同应用与监督要点

3.1 监测与溯源技术的协同应用机制

城市河道水质监测与污染溯源是相辅相成、密不可分的有机整体,二者的协同应用是提升水环境治理效能的关键。基于监测数据的溯源导向是协同应用的核心基础,通过水质常规监测获取的时空分布数据,能够识别水质污染的高风险区域与关键时段,为污染溯源划定精准范围,减少溯源工作的盲目性;同时监测数据中的特征污染物信息,能够为溯源技术的选择提供依据,例如当监测数据显示水体中重金属浓度异常时,可优先采用同位素示踪技术开展溯源工作。基于溯源结果的监测优化是协同应用的重要延伸,根据污染溯源结果,能够明确主要污染源的类型与位置,进而针对性地优化监测点位布局,在污染源排放口下游增设加密监测断面。二者的协同应用,能够实现从“发现污染”到“找到源头”再到“精准治理”的全流程管控,推动城市水环境治理从“被动应对”向“主动预防”转变。

3.2 技术应用的实践监督要点

水质监测与污染溯源技术的有效应用,离不开完善的监督管理体系,需从技术应用、数据质量、成果转化三个方面加强监督,确保技术落地见效。技术应用监督要聚焦于技术实施的规范性,监督施工单位严格按照监测与溯源技术规范开展工作,例如在监测点位布设时,是否充分考虑河道特征与污染源分布;在样品采集时,是否遵守采样规范;在实验室分析时,是否严格控制实验条件。数据质量监督要建立全流程数据质量控制体系,从样品采集、运输、保存到实验室分析、数据处理等各个环节,都要设置质量控制节点,例如在样品采集时设置平行样,在实验室分析时设置空白样与标准样,通过对比分析评估数据的准确性。

3.3 实践应用案例分析

以某城市中心城区河道为例,该河道流经工业区、居民区与农业区,近年来水质呈现出明显的污染趋势,主要表现为化学需氧量、氨氮、总磷浓度超标。为查明污染原因,提升治理效能,开展了水质监测与污染溯源协同应用实践。首先优化监测点位布局,结合河道特征与污染源分布,在河道上下游、工业区排污口、居民区生活污水排放口、农田径流汇入处等位置布设10个监测断面,采用“人工采样实验室分

析+在线监测”的融合技术开展为期6个月的水质监测,监测数据显示,工业区排污口下游断面化学需氧量浓度最高达85mg/L,农田径流汇入处断面总磷浓度最高达0.6mg/L,居民区排污口下游断面氨氮浓度最高达5.2mg/L。其次开展多技术融合污染溯源,针对不同断面的污染特征,采用理化指标分析、同位素示踪、分子生物学检测相结合的方法。对于工业区排污口下游的化学需氧量超标问题,通过检测特征污染物苯系物,结合同位素 $\delta^{13}C$ 分析,确认该区域污染主要来源于某化工企业的废水排放;对于农田径流汇入处的总磷超标问题,通过氮、磷同位素分析,确定污染主要来源于农业面源的化肥流失;对于居民区排污口下游的氨氮超标问题,通过微生物群落结构分析,发现水体中肠道微生物数量显著偏高,确认污染主要来源于生活污水排放。最后基于监测与溯源结果制定治理方案,对化工企业实施废水深度处理改造,对农田区域推广生态农业技术并建设生态缓冲带,对居民区生活污水实施全收集全处理。经过6个月的治理,河道水质明显改善,化学需氧量、氨氮、总磷浓度均达到地表水V类标准,验证了监测与溯源协同应用技术的有效性。

结语

城市河道水质常规监测技术优化与污染溯源研究是提升城市水环境治理水平的关键抓手,监测技术的优化升级、污染溯源体系的构建完善、二者的协同应用实践,共同构成了城市河道水环境精准管控的技术支撑体系。未来,随着传感器技术、人工智能、区块链等新兴技术的不断发展,城市河道水质监测与污染溯源技术将向智能化、精准化、一体化方向迈进。相关工作需紧跟技术发展趋势,持续创新技术方法,完善监督管理体系,推动城市水环境治理工作提质增效,为建设水清岸绿的宜居城市提供坚实的技术保障,助力城市水生态环境的可持续发展。

[参考文献]

- [1]权雅茹.水环境监测及水污染防治问题探讨[J].清洗世界,2023,39(5):119-121.
- [2]张爱柱.周广正.对水环境监测及水污染防治问题的相关思考[J].区域治理,2022(17):0158-0161.
- [3]单亮.陈竹.宋美真.等.水环境监测及水污染防治问题应对措施分析[J].皮革制作与环保科技,2022(13):18-20.