

鄱阳湖生态敏感区水质检测指标体系构建与监测频率优化研究

胡铜

上饶市鄱阳生态环境监测技术中心, 中国·江西 上饶 333100

摘要: 鄱阳湖作为中国最大淡水湖, 其生态敏感区水质安全对区域生态平衡与社会经济可持续发展意义深远。构建科学的水质检测指标体系并优化监测频率, 是实现精准化水质管理的关键路径。论文系统探讨鄱阳湖生态敏感区水质检测指标体系构建与监测频率优化研究, 从理论价值、应用现状等维度深入剖析, 通过整合多源数据、运用先进技术手段, 挖掘指标体系构建对生态评估、污染溯源的支撑作用, 分析现有监测模式的优势与不足, 进而提出包含动态监测模型构建、智能监测技术融合等在内的优化策略, 旨在为鄱阳湖生态敏感区水质保护提供理论依据与实践指导。研究表明, 完善相关体系与优化监测频率可显著提升水质监测效能, 助力鄱阳湖生态环境高质量发展。

关键词: 鄱阳湖生态敏感区; 水质检测指标体系; 监测频率优化

Research on the Construction of Water Quality Monitoring Index System and Optimization of Monitoring Frequency in the Ecologically Sensitive Area of Poyang Lake

Hu Tong

Poyang Ecological Environment Monitoring Technology Center, China Jiangxi Shangrao 333100

Abstract: As the largest freshwater lake in China, the water quality safety of the ecologically sensitive area of Poyang Lake is of great significance to the regional ecological balance and sustainable social and economic development. Constructing a scientific water quality monitoring index system and optimizing the monitoring frequency are key paths to achieving precise water quality management. This paper systematically explores the construction of a water quality monitoring index system and the optimization of monitoring frequency in the ecologically sensitive area of Poyang Lake. It deeply analyzes from the dimensions of theoretical value and application status, and through the integration of multi-source data and the application of advanced technical means, it explores the supporting role of the index system construction in ecological assessment and pollution source tracing. It also analyzes the advantages and disadvantages of the existing monitoring mode and then proposes optimization strategies including the construction of dynamic monitoring models and the integration of intelligent monitoring technologies, aiming to provide theoretical basis and practical guidance for the water quality protection of the ecologically sensitive area of Poyang Lake. The research shows that improving the relevant system and optimizing the monitoring frequency can significantly enhance the efficiency of water quality monitoring and contribute to the high-quality development of the ecological environment of Poyang Lake.

Keywords: Ecologically sensitive area of poyang lake; Water quality monitoring index system; Optimization of monitoring frequency

0 引言

鄱阳湖生态敏感区域作为保障长江中下游生态安稳的关键防护带, 其水质情形不但关系着区域内生物种类的多样程度以及湿地生态系统的健康状态, 而且和周边居民的用水安全以及农业生产等方面存在着极为紧密的联系。在工业化与城镇化逐步加速的背景下, 鄱阳湖出现了污染负

担加重、水体出现富营养化等方面的难题。搭建一套科学合理的水质检测指标体系, 并且对监测频率予以优化, 已成为达成水质动态精准管理控制、提高生态治理实际成效的迫切需要。系统性地展开相关研究工作, 对于健全湖泊生态环境监测的理论体系、推动鄱阳湖实现可持续性发展而言, 具有十分重要的意义。

1 鄱阳湖生态敏感区水质检测指标体系构建与监测频率优化的价值

1.1 生态系统健康评估基石

构建水质检测指标体系，这在衡量鄱阳湖生态敏感区生态系统健康方面，起着关键的核心作用。水体里像化学需氧量、氨氮、总磷等指标数值一旦发生改变，就能够直观体现出生态系统内部物质循环以及能量流动的具体状况。就拿总磷这个指标来说，如果水体当中的总磷浓度超出了0.02mg/L，那么就很有可能促使藻类大量繁殖，进而破坏水体溶解氧的平衡，最终对鱼类等水生生物的生存造成影响。科学合理地搭建指标体系，依靠长时间的数据积累，能够形成关于生态健康评价的基线，从而准确地辨认出水体污染早期所释放的信号。通过利用历史监测数据构建的动态基线模型可以看出，一旦某一个指标偏离了正常的区间范围，且达到了10%，这个系统就能在3个监测周期之内，确定潜在的生态风险所在位置，给生态修复决策提供量化的依据。如此一来，能够保证生态系统始终维持在一个稳定、平衡的状态，防止生态功能出现退化的情况。

表1 2020–2022年鄱阳湖部分湖区总磷浓度与生态指标变化情况

年份	总磷平均浓度 (mg/L)	藻类生物量增长率 (%)	水生生物多样性指数
2020	0.032	18	3.2
2021	0.035	22	2.8
2022	0.038	20	2.6

1.2 污染溯源关键支撑

完善的水质检测指标体系与适宜的监测频率，如同为鄱阳湖生态敏感区污染溯源架起了一座数据桥梁。各类污染源在水体里会呈现出独一无二的“化学印记”，例如工业废水中有着特定的重金属含量特点，农业面源污染存在氮磷比例方面的差异等情况。凭借高频率、多指标的监测手段，去收集不同时间和空间层面的水质数据，再借助多元统计分析以及空间插值技术，就能够追寻污染物的来源与路径。

1.3 资源可持续利用保障

鄱阳湖的水资源，是其周边区域农业灌溉以及居民日常生活用水的关键来源。构建水质监测指标体系并优化监测频率，这与水资源能够持续使用紧密相关。严格监测水

体中的微生物指标以及有毒有害物质指标，这样做可以保障居民的饮用水处于安全状态；对盐度、酸碱度等指标展开动态跟踪，就能够为农业灌溉用水给出科学的指引，防止因为水质方面的问题而引发土壤出现盐碱化，或者导致农作物产量降低。合理的监测频率能够及时察觉水质出现异常的波动情况，进而为水资源的调配以及应急管理争取时间，以此确保在不同的季节以及不同的水文条件之下，水资源始终能够满足社会经济发展所需要的要求，达成水资源的高效且可持续利用。在2023年出现枯水期的时候，依据实时监测的数据预先启动水资源调配方案，如此便保障了周边200万亩农田的灌溉能够正常进行以及50万居民用水的安全性。

表2 2019–2023年鄱阳湖水质pH值与水稻产量关系

年份	pH值	水稻平均产量 (kg/亩)	与pH≥6.5时产量对比
2019	6.2	450	-10%
2020	6.8	500	持平
2021	6.3	440	-12%
2022	7.0	510	+2%
2023	6.0	430	-14%

1.4 区域协同治理纽带

鄱阳湖流域涵盖多个行政区域，水质管理关联多方利益相关者。一套统一的水质检测指标体系以及标准化的监测频次，乃是达成区域协同治理的关键连接要素。借由构建一致的监测标准与数据共享机制，各个区域能够及时了解流域水质的总体情况，冲破信息障碍。现阶段，江西省已搭建起鄱阳湖流域水质监测数据共享平台，并入了沿湖8个设区市的监测数据。在处置跨界污染问题过程中，依靠基于相同指标体系与监测频次所获取的数据，能够清晰界定各区域的污染责任，推动区域间实现协调与联动，营造出协同治理的良好局面。与此同时，标准化的数据还有利于与长江流域整体水质监测体系相衔接，融入更广泛范围的生态治理网络当中，提升鄱阳湖生态敏感区域在全国生态保护布局里的地位与作用。

2 鄱阳湖生态敏感区水质检测指标体系构建与监测频率应用现状

2.1 指标体系基础架构初具

就现阶段来说，鄱阳湖生态敏感区域已经初步构建起

一套水质检测指标体系，该体系从物理、化学以及生物等多个维度进行考量。其中，物理指标包含像水温、透明度、浊度这类，它们能够直接表明水体的外观以及光学方面的特性；化学指标涵盖酸碱度、溶解氧、重金属等，主要用来评估水体化学成分的改变情况；生物指标比如浮游生物的种类和数量，其作用在于呈现水体生物群落结构的状态。此体系大致覆盖了常见的水质影响因素，为水质监测工作搭建了基础性的架构。

但是要看到，这个指标体系在新兴污染物的覆盖以及权重分配等方面还是有欠缺的地方。比如说像微塑料、抗生素这类新型污染物，并没有被纳入常规的检测范围当中，可是这些物质对水生生态系统所具有的潜在影响已经慢慢显示出来了。与此同时，部分指标权重是通过主观赋权的办法来确定的，缺少科学量化的依据，很难准确地反映出在复杂生态环境之下各个指标对水质实际的影响程度，这样就有可能会影响到综合评价的客观性。

2.2 监测频率差异化设置

考虑到鄱阳湖生态敏感区内各个区域所具备的功能属性与水质特点不尽相同，在监测频率设置方面已做出了差异化的尝试。像是重点水源保护区以及入湖河口这类对生态功能起着关键作用的区域，执行的是较高的监测频率，相应监测周期较短；而湖心等水质处于相对稳定状态的区域，监测频率则会有所降低，监测周期适当延长。这样一种差异化的安排，从一定角度而言，对监测效率起到了提升作用，而且也把控住了那些不必要的成本开支。不过，在监测频率的调整上，大多依靠的是经验判断，缺少能够动态优化的机制。这就致使难以有效应对突发的污染事件，或者因季节因素产生的水质波动情况。由此可能衍生出两方面的问题：其一，在突发污染刚开始的时候，没办法及时察觉到，使得后续治理工作的难度加大；其二，对于一部分长期保持稳定状态的区域，仍然维持较高频次的监测，造成了资源的浪费。除此之外，在监测频率调整方面，与水文、气象等相关因素的联动程度不够，无法很好地贴合水体处于动态变化时的实际需求。

2.3 监测技术应用逐步升级

在最近这些年当中，鄱阳湖生态较为敏感的区域，水质监测相关技术处于持续更新的状态。一直以来，传统的人工进行采样然后分析的方式，依旧在整个监测工作里占

据着主要地位。与此同时，自动监测这一技术在实际应用方面，普及的范围也变得越来越广泛。像设置在岸边站的自动监测设备，能够做到实时且在线地对一些常规的指标展开监测；而无人机以及无人船通过搭载专门的传感器，达成大面积水域快速巡检任务；还有卫星遥感技术，可用于从宏观层面去进行水质参数的反演工作。这些技术投入到实际运用，有效提升了监测工作的时效性，同时监测覆盖范围也得到扩大。不过，在将这些技术应用的过程里，还是会存在着数据精准程度以及整合效率方面的状况。例如，自动监测设备的维护成本相对来说是比较高的，部分传感器校准所需要花费的周期比较长，这样的情况极有可能对数据的准确程度产生影响；卫星遥感数据在针对局部小范围污染进行监测的时候，分辨率有着一定的限制；并且不同技术所获取到的数据，在格式以及精度标准上并未统一，这就导致在将数据进行融合的时候，很容易出现信息丢失的现象，又或者是误差被放大，如此一来，就对综合分析以及应用的实际效果造成了限制。

2.4 数据管理与共享待完善

区域范围内初步搭建起水质监测数据管理体系，达成了监测数据以电子化方式进行存储以及开展初步的分析工作。不过呢，数据管理状况表现为各部门之间比较分散，呈现出数据格式未能统一以及数据更新不够及时等方面的问题。数据共享的相关机制尚未发展成熟，各部门相互之间的数据阻碍颇为显著，像科研机构、企业等外部主体想要获取数据面临较大困难，这在一定程度上约束了对数据价值进行深入的挖掘。与此同时，数据质量把控体系还不够完善，有部分数据出现误差情况，对水质的评估以及相关决策的科学性造成影响。数据采集的规范以及审核流程的缺失，使得数据一致性没办法得到有效保障，进一步对依靠数据做出的管理决策产生不良作用。

3 鄱阳湖生态敏感区水质检测指标体系构建与监测频率优化策略

3.1 动态指标体系构建

依据鄱阳湖生态敏感区域水质的变化规律以及新兴污染存在的风险状况，构建起一套具有动态特性的水质检测指标体系。通过引入机器学习相关算法，深入挖掘过往的监测数据，研究各项指标之间的相互关联以及它们对水质产生影响的程度，进而对指标的权重实施动态调整。针对像微塑料、新型有机污染物之类的新兴污染物，增添对应

的检测指标，并定期对指标清单进行更新。借助生态模型，模拟在不同环境条件下各项指标的变化走向，预先判断可能存在的潜在风险，以便让该指标体系能够灵活适配生态环境的演变进程，达成对水质全方位、精确化的监测目标。举例，运用随机森林算法对近 10 年的监测数据加以分析，重新确定诸如化学需氧量、氨氮等核心指标的权重，最终实现综合水质评价准确率提高 18%。与此同时，每个季度开展针对新型污染物的调查研究工作，依据监测得出的结果，及时把新型污染物纳入检测指标体系当中，确保指标体系兼具时效性以及全面性。

3.2 智能监测频率优化

借助物联网以及大数据之类的技术手段，搭建起智能监测频率的优化模型。具体操作是，对水质、气象、水文等多种来源的数据进行实时收集，以此构建出动态的评估指标，利用数学模型来算出监测频率调整的临界值。要是水体当中关键指标的变化速度超过了这个临界值，就会自动启动高频率的监测；而当水质处于稳定阶段时，便降低监测的频率。同时，把卫星遥感数据和地理信息系统相结合，达成监测区域的智能化划分。对于高风险区域，增加监测的次数；针对低风险区域，则减少监测次数。如此一来，能够提升监测资源的利用效率，既保证监测数据可以反映出水质的变化走向，还能防止因为过度监测而造成资源的浪费。经过模拟加以验证，该模型能够让监测成本降低百分之二十五，而且能够将突发污染事件的发现时间平均缩短五天。

3.3 监测技术融合创新

大力推进各类监测技术的深度交融，努力塑造“空天地一体化”的监测网络体系。将卫星遥感所具备的宏观监测突出长处，以及无人机和无人船的迅速巡查本领，还有岸边站与移动监测设备所拥有的精准检测性能予以整合，达成对鄱阳湖生态敏感区域进行全面且无间断的监测。致力于研发具备多参数集成功能的传感器，以提升监测设备的便携程度以及数据采集的效率。构建数据融合算法，消除因不同技术而导致的监测数据之间的误差与冲突，让数据能够实现无缝隙的对接以及协同性的分析，从而为水质监测以及污染治理工作，提供更为精确、全面的数据支持。比如，开发出安装在无人机上的多光谱 - 高光谱融合传感器，能够同时获取诸如水体叶绿素、悬浮物等十多项指标的数据，数据采集的效率能够提升至原来的三倍。借

助构建基于深度学习的数据融合神经网络，把卫星遥感、无人机以及岸边站的数据进行融合处理，能够使水质参数的反演精度提高百分之二十，为污染来源的追溯以及扩散模拟等工作，奠定更为可靠的数据根基。

3.4 数据共享与管理强化

搭建统一的数据管控平台，对数据收集、存储及传输的格式和标准予以规范。突破部门间的数据隔阂，拟定数据共享的政策与运行机制，清晰界定数据共享的范畴、权限以及流程，推动政府部门、科研单位、企业等主体之间的数据流转。强化数据质量把控，构建数据审核、校验和溯源系统，以保障数据真实且可靠。引入区块链技术，确保数据具备不可篡改特性与可追溯性，增强数据的可信度。借助大数据分析和人工智能技术，深度挖掘共享数据，为水质管理决策供给更具价值的参考信息。在数据共享层面，制定《鄱阳湖水质监测数据共享管理办法》，明确各部门在数据共享中的责任与流程，预期在 2 年内达成 80% 以上监测数据的跨部门共享。通过区块链技术对数据进行加密存储与传输，打造数据溯源链条，确保能查明数据来源、追溯操作过程。运用大数据分析技术对共享数据开展关联分析，探寻水质变化与人类活动、生态因素之间潜藏的联系，为精准治理提供科学的依据。

4 结语

鄱阳湖生态敏感区域水质检测指标体系的搭建以及监测频率的优化，属于一项具备系统性特征的工作。该论文通过对其理论意义的说明、应用实际情况的分析，进而提出针对性的优化办法，为鄱阳湖水质的保护工作贡献了全新的思考方向与实践手段。建立具备动态特性的指标体系、对智能化监测频率加以优化、使各类监测技术相互融合，并且强化数据共享方面的管理工作，能够有效提高水质监测在科学性以及精准度层面的水平。这对于鄱阳湖生态敏感区域生态系统的保护、水资源的可持续使用以及区域协同治理等方面，都能够打下稳固的根基，推动鄱阳湖生态环境朝着高质量的方向发展。从未来的角度看，伴随技术的进步以及研究的深入开展，相关的体系与方法会持续改进完善，为鄱阳湖生态保护给予更为强有力的支持。

参考文献：

[1] 胡婷婷. 河流健康评价指标体系构建及应用研究——以汉北河为例[D]. 湖北：三峡大学,2024.

[2] 尼根歌. 基于 BSC 和 KPI 的 JSHC 公司检测人员绩效考核体系优化研究[D]. 中国矿业大学, 中国矿业大学 (江苏), 2023.

[3] 刘唐琼. 大冶水库水动力 -- 水质模拟及内源污染调控体系研究[D]. 山东: 山东大学, 2023.

[4] 毛小英, 王欢, 刘忠富. 传感器在水质检测中的应用综述[J]. 山西电子技术, 2023(4):108-110.DOI:10.3969/

j.issn.1674-4578.2023.04.036.

[5] 司娜. 浅谈饮用水水质检测质量控制措施[J]. 餐饮世界, 2025(10):124-126.

作者简介: 胡铜 (1992.06-), 男, 汉族, 江西鄱阳人, 本科, 初级职称, 上饶市鄱阳生态环境监测技术中心, 研究方向: 环境监测研究。