

水利工程中的水质监测与治理

刘 昊 单国威 房 谷
江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225000

摘 要：水利工程中的水质监测与治理是确保水资源安全与可持续利用的核心。通过实时监测水质变化，为水资源管理提供精准数据支持，有效预警并防控水污染风险。治理方面，结合物理、化学及生物处理技术，综合应对不同水质问题。面对技术挑战，不断推进技术创新与应用，同时加强政策法规建设与公众参与，共同构建高效、协同的水质监测与治理体系，保障水利工程的生态与经济效益。

关键词：水利工程；水质监测；治理

引言：水利工程中的水质监测与治理是保障水资源质量和生态安全的关键环节。随着工业化、城市化进程的加快，水体污染问题日益严峻，对水利工程的水质监测与治理提出了更高要求。本文旨在探讨水利工程中水质监测的重要性、面临的挑战以及先进的治理技术和策略，以期为水资源管理和环境保护提供科学依据和实践指导，推动水利工程的可持续发展，确保水质安全，维护生态平衡。

1 水利工程中水质监测的必要性与挑战

1.1 水质监测的重要性

在水利工程领域，水质监测是确保水资源安全和可持续利用的关键环节。实时掌握水质状况，能够为水资源管理决策提供科学依据，指导合理的开发与保护措施。同时，及时发现水质异常，如污染物超标或生态系统失衡，是预防水污染事故、保护人类健康和生态环境的重要前提。水质监测数据的准确性与时效性，直接关系到水资源管理政策的制定效果，以及突发水污染事件的应急响应能力。

1.2 水利工程对水质的影响分析

水利工程，如水库、大坝的建设，往往对水质产生深远影响。一方面，水利工程的调节功能可能改变水流状态，如减缓水流速度，影响水体的自然混合与自净能力，导致沉积物积累、营养物质富集，进而引发水质恶化。另一方面，水利工程如水库的蓄水过程，可能改变水温、溶解氧等水质参数，影响上下游水体的生态平衡，尤其是对敏感水生生物的生存构成挑战。因此，深入理解水利工程对水质的影响机制，是制定针对性水质保护措施的前提。

1.3 水质监测面临的挑战

然而，水质监测工作并非易事，面临诸多挑战。首先，监测设备与技术水平存在局限性，尤其是对于复杂

水质成分的快速、准确检测，仍需不断探索新技术、新方法。其次，监测网络覆盖不全，尤其在偏远地区或水资源敏感区域，监测站点稀少，难以全面反映水质状况。再者，数据共享机制不完善，部门间壁垒导致信息孤岛，限制了监测数据的有效利用与整合分析，影响了水质管理的协同效率。因此，加强水质监测能力建设，完善监测网络布局，推动数据共享机制建设，是提升水质监测效能、保障水资源安全的关键。

2 水利工程中水质监测技术的进展与应用

2.1 传统水质监测技术回顾

（1）现场监测技术。现场监测技术以其便捷性、快速性而广受欢迎，其中便携式水质分析仪是代表之一。这类设备能够现场快速检测多项水质指标，如pH值、溶解氧、电导率、浊度等，为初步判断水质状况提供了直观依据。其优势在于能够在第一时间获取水质数据，便于即时响应与决策。然而，受限于设备精度与检测范围，现场监测技术往往只能作为初步筛查手段。（2）实验室分析技术。实验室分析技术则是水质监测的“金标准”，通过化学分析、仪器分析等方法，能够精确测定水体中各类污染物的浓度，包括重金属、有机污染物、微生物等。实验室分析具有高度的准确性和可靠性，是评估水质是否符合标准、研究水质变化趋势的重要依据。但缺点是耗时长、成本高，且无法实时获取数据。

2.2 现代水质监测技术的创新与发展

（1）在线监测技术与自动监测站的应用。在线监测技术与自动监测站的出现，实现了水质数据的连续、实时监测。这些技术利用传感器和自动采样装置，能够24小时不间断地监测水质变化，并将数据通过网络实时传输至管理中心。这不仅提高了监测效率，也确保了数据的时效性和连续性，为水质预警、应急响应提供了有力支持。（2）遥感监测技术与智能监测网络的构建。遥感

监测技术利用卫星、无人机等平台,对大范围水域进行快速扫描,获取水质信息的遥感图像和数据。结合地理信息系统(GIS)和大数据分析,可以实现对水质的宏观监测与空间分布分析,为水质管理提供宏观视角和科学依据。智能监测网络则是将多种监测技术整合,形成覆盖广泛、功能强大的监测体系,实现水质信息的全面感知与智能分析^[1]。(3)大数据与人工智能在水质监测中的融合应用。大数据与人工智能技术的引入,为水质监测带来了新的可能性。通过收集和分析海量水质数据,大数据技术能够揭示水质变化的规律和趋势,为预测预警提供数据支持。而人工智能技术,如机器学习、深度学习等,可以自动识别水质数据中的异常,预测水质变化趋势,甚至通过模拟优化提出治理策略,极大地提高了水质监测与管理的智能化水平。

2.3 新型水质监测技术的案例分析

(1)实时监测数据的准确性与可靠性评估。以某河流域的水质监测项目为例,该项目采用了在线监测技术和自动监测站进行实时监测。通过对监测数据的准确性和可靠性进行评估,发现在线监测设备在监测常规水质参数方面表现出色,但在监测复杂污染物时仍需结合实验室分析进行验证。此外,还发现了数据传输过程中的误差和延迟问题,并采取了相应的校准和补偿措施来提高数据的准确性。(2)监测技术在复杂水利工程中的适应性研究。在另一项案例中,研究人员对新型水质监测技术在复杂水利工程中的适应性进行了研究。该工程涉及多个水库、河道和泵站等水利设施,水质状况复杂多变。研究发现,在线监测技术和遥感监测技术能够快速响应水质变化,为工程调度和运行管理提供了及时准确的信息支持。同时,结合大数据分析和人工智能技术,可以进一步优化水质监测网络布局和预警机制,提高水质管理的智能化水平。

3 水利工程中水质治理方法与策略

3.1 物理处理方法的优化与创新

(1)高效过滤、沉淀、浮选技术的改进。高效过滤技术通过改进过滤介质和工艺,提高了对悬浮物、胶体等污染物的去除效率。例如,采用超滤、纳滤等膜分离技术,可以实现对微小颗粒和溶解性有机物的有效截留。沉淀技术则通过优化沉淀池的设计和运行参数,提高了颗粒物的沉降速率和去除率。浮选技术则利用气泡与污染物的粘附作用,将悬浮物或油脂等污染物浮至水面并去除。这些技术的改进不仅提高了处理效率,还降低了运行成本。(2)针对不同水质问题的物理处理方案定制。针对不同类型的水质问题,物理处理方法需要进

行定制化设计。例如,对于含油废水,可以采用气浮技术;对于含重金属离子的废水,则可以通过沉淀、过滤等方法进行去除。定制化方案的实施,使得物理处理方法在处理复杂水质问题时更加灵活有效^[2]。

3.2 化学处理方法的最新进展

(1)中和、氧化、还原等化学反应的精准控制。中和反应主要用于调节废水的酸碱度,确保废水在处理过程中不会对设备或环境造成腐蚀。氧化和还原反应则通过添加氧化剂或还原剂,将废水中的有毒有害物质转化为无害或低毒物质。随着化学分析技术和控制手段的进步,这些化学反应的精准控制成为可能,大大提高了处理效率和安全性。(2)新型化学药剂的研发与应用。新型化学药剂的研发与应用为水质治理提供了新的选择。例如,采用高效混凝剂、重金属捕捉剂等新型药剂,可以实现对悬浮物、重金属等污染物的有效去除。此外,生物絮凝剂等天然高分子化合物也因其环境友好性而逐渐受到重视。

3.3 生物处理技术的探索与实践

(1)微生物降解有机物的机制与效率提升。微生物通过吸附、降解等机制将废水中的有机物转化为二氧化碳和水等无害物质。通过优化微生物的生存环境(如温度、pH值、溶解氧等),可以提高微生物的降解效率和活性。此外,筛选和培育高效降解菌株也是提升生物处理效率的重要途径^[3]。(2)组合生物处理技术的应用案例。组合生物处理技术通过结合不同生物处理单元的优势,实现了对废水的高效处理。例如,将厌氧-好氧生物处理系统(A/O系统)与生物膜反应器相结合,可以实现对有机物、氮、磷等污染物的同步去除。这种组合技术不仅提高了处理效率,还降低了运行成本。

3.4 组合治理技术的整合与创新

(1)物理、化学、生物处理技术的综合应用。在实际应用中,可以根据废水的特性和治理目标,选择适当的物理、化学和生物处理方法进行组合。例如,对于含有大量悬浮物的废水,可以先采用物理处理方法进行去除;对于难以生物降解的有机物,可以采用化学处理方法进行转化;最后通过生物处理方法进一步去除剩余污染物。这种综合应用策略可以充分发挥各种处理方法的优点,提高治理效率。(2)针对复杂水质问题的创新治理策略。针对复杂水质问题,需要采用创新治理策略。例如,采用微粒子(电子)除藻除污技术、安全添加剂除藻技术等新型技术处理蓝藻爆发等问题;利用大数据和人工智能技术对水质进行智能监测和预警,为治理决策提供科学依据;通过构建生态修复系统,恢复水体的

自净能力和生态平衡,实现水质的长效治理^[4]。

4 水利工程中水质监测与治理的挑战与对策

4.1 监测与治理技术的局限性分析

(1) 现有技术的不足与改进方向。当前水质监测技术虽已相对成熟,但仍面临精度不高、实时监测难度大等挑战。治理技术方面,传统物理、化学方法易造成二次污染,而生物处理技术则受限于环境条件和微生物活性。改进方向在于研发高精度、实时监测技术,如利用物联网、AI算法优化监测网络;同时,探索绿色、高效的生物及生态修复技术,减少对环境的负面影响。(2) 新技术应用面临的难题与解决方案。新技术如遥感监测、大数据分析在水质监测中展现出巨大潜力,但面临数据融合难、算法复杂等问题。解决方案包括加强跨学科研究,优化数据处理算法,提升模型预测精度;同时,建立统一的数据标准和共享机制,促进技术成果转化。

4.2 政策法规与监管机制的完善

(1) 国内外水质监测与治理政策法规对比。与发达国家相比,我国在水质监测与治理政策法规方面仍有待完善。国外往往拥有更为严格和系统的水质标准和监管机制,这为我国提供了有益的借鉴。我们应加强与国际社会的交流与合作,借鉴先进经验,完善我国的水质监测与治理政策法规体系。(2) 加强监管力度,完善法律法规体系。为加强监管力度,应完善法律法规体系,明确各级政府和部门的职责分工,加大对违法排污行为的处罚力度。同时,建立健全水质监测网络,实现对水质的全面、实时监测,为执法提供有力依据。

4.3 资金投入与资源整合的保障措施

(1) 加大政府投入,拓宽融资渠道。水质监测与治理工作需要大量的资金投入。政府应加大对此类项目的财政支持,确保项目的顺利实施。同时,拓宽融资渠道,鼓励社会资本参与水质监测与治理工作,形成多元化的资金投入机制。(2) 整合各方资源,提高治理效率。为提高治理效率,应整合各方资源,形成合力。政

府、企业、科研机构和社会组织等各方应加强协作与交流,共同推动水质监测与治理工作的发展。同时,加强对资源的优化配置和高效利用,提高治理效率和效果。

4.4 公众参与与环保意识的提升

(1) 加强公众教育,提高环保意识。提升公众的环保意识是水质监测与治理工作的重要一环。政府和社会组织应加强环保教育宣传,提高公众对水资源保护和水质监测重要性的认识。同时,通过媒体平台等渠道传播环保知识,提高公众的科学素养和环保意识。(2) 引导公众参与水质监测与治理工作。为引导公众参与水质监测与治理工作,可以建立志愿者队伍,组织公众参与水质监测、河湖清理等公益活动。同时,鼓励公众举报违法排污行为,形成全社会共同关注水质监测与治理的良好氛围。通过这些措施,激发公众的参与热情,推动水质监测与治理工作的深入开展。

结束语

水利工程中的水质监测与治理至关重要,关乎水资源安全与生态平衡。经过不懈探索与实践,我们在监测技术与治理手段上均取得了长足进步。但挑战犹存,需我们持续创新,深化国际合作,推动技术迭代升级。展望未来,我们将坚守初心,不断完善水质监测体系,优化治理策略,确保水质安全,为水利工程的可持续发展及生态文明建设贡献力量。

参考文献

- [1]吴艳香.水质监测与水环境污染治理技术研究[J].黑龙江环境通报,2024,(15):167-168.
- [2]杨凤英.水质自动监测站的治理与工作探究[J].区域治理,2021,(08):84-85.
- [3]史维维.水利工程中的水质监测与治理技术研究[J].国民经济,2024,(07):68-69.
- [4]王磊.水利工程水质监测与管理[J].工程地质学,2025,(03):33-34.