

# 中小型水域藻类污染常态化治理技术实践

朱金水

浙江国腾建设集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i10.5088

**[摘要]** 中小型水域藻类污染是当前影响水体生态与资源利用的突出问题,本文从藻类暴发的原因及危害入手,提出常态化治理的必要性以及对物理、化学、生物和综合技术进行深入分析,梳理各种方法的作用机理及不足之处,并在此基础上指出常态化治理应该从监测预警体系构建、多技术集成应用、生态修复维护三个方面着力开展工作,并结合实践提出依据地区选取合适的技术路线、强化部门联动和公众参与、注重投入和长期运营等实施要点,希望为中小型水域生态改善和水资源可持续利用提供一定的理论与实践参考。

**[关键词]** 中小型水域; 藻类污染; 常态化治理技术; 实践

中图分类号: X524 文献标识码: A

## Practice of Routine Algal Pollution Control Technologies in Small and Medium-Sized Water Bodies

Jinshui Zhu

Zhejiang Guoteng Construction Group Co., Ltd.

**[Abstract]** Algal pollution in small and medium-sized water bodies has become a prominent issue affecting aquatic ecosystems and water resource utilization. This paper begins by analyzing the causes and impacts of algal blooms and highlights the necessity of routine management. It provides an in-depth analysis of physical, chemical, biological, and integrated control technologies, summarizes their mechanisms of action and limitations, and proposes that routine management should focus on three aspects: the establishment of monitoring and early-warning systems, the integrated application of multiple technologies, and ecological restoration and maintenance. Based on practical experience, the paper further suggests selecting appropriate technical approaches according to local conditions, strengthening interdepartmental coordination and public participation, and emphasizing sustained investment and long-term operation. The study aims to provide theoretical and practical references for improving the ecological conditions of small and medium-sized water bodies and promoting the sustainable utilization of water resources.

**[Key words]** Small and Medium-Sized Water Bodies; Algal Pollution; Routine Control Technology; Practice.

### 引言

中小型水域在实际生活当中承担着维护区域内生态,协调调配水资源的重要职能。但藻类污染频发已经成为中小型水域面临的突出威胁之一,其原因复杂且危害涉及生态、健康与经济等多方面,常态化治理是修复水域生态并维系水资源可持续利用的现实需要,本文以中小型水域藻类污染为主线分析污染原因和危害问题,探究物理技术、化学技术、生物技术及综合技术的原理与优劣性,提出常态化治理思路 and 具体要点,对相关治理工作起到积极参考作用。

### 1 中小型水域藻类污染概述

中小型水域藻类污染是各方面因素共同作用的结果,包括

从面源输入、水文变化以及气候驱动等多个层面影响水域生态状况。工业废水、农业面源和生活污水不断向水体输送氮磷营养盐,是藻类增殖的物质基础,水位下降及水流减缓削弱了水体自净能力并压低了溶解氧,全球气候变暖使得水温提升为藻类生长创造良好条件,降水格局改变导致更多营养物质随地表径流汇入水域,富营养化程度越来越严重,就危害而言,藻类爆发性增殖大量耗氧导致水质恶劣并伴有异味变色<sup>[1]</sup>。藻体亡解后微生物分解消耗大量的溶解氧导致水质持续恶化,还打破水域生态平衡制约水生生物正常繁衍,部分藻种释放毒素对水生生物与人体健康构成直接威胁,景观功能受损拖累旅游收入并对渔业生产造成冲击带来经济损失等诸多原因促使藻类污染要常

态化治理必须综合运用多种技术手段建立科学策略修复水域生态并维系水资源可持续利用。

## 2 中小型水域藻类污染常态化治理技术

### 2.1 物理治理技术

人工打捞属于简单直接的物理治理手段,适用于藻类聚集范围较小的情形,可通过人力快速清除水体表面藻类并降低其数量,但存在劳动强度大、效率低且无法从根源上解决污染的局限。机械除藻借助除藻船、除藻机等设备实施清除作业,效率高且处理量大,能够快速应对大面积水域的藻类问题,但设备购置成本较高,作业过程中还可能误伤水生生物或破坏水底栖息地,对水体生态环境造成一定干扰。引水冲藻通过引入外部水源增加水体流量与流速以冲散藻类,适用于水流缓慢的中小型水域,可加快水体流动并恢复其自净能力,但耗水量大,在水资源匮乏地区受到制约,且若引入水源水质不佳则可能引发新的污染问题。上述物理技术各有优劣,实际应用中须依据藻类污染程度、水域规模及水资源状况等条件科学选择并综合运用,方能取得较好的治理效果。

### 2.2 化学治理技术

(1) 絮凝沉淀法, 通过向水体投加硫酸铝、聚合氯化铝等絮凝剂, 促使藻类凝聚为较大颗粒后经沉淀去除, 该法操作简便、处理效果良好, 能够快速降低水体中藻类浓度并改善水质, 但投加的絮凝剂可能与水中有害物质发生反应从而引发二次污染, 对水体生态系统构成威胁, 同时药剂本身价格不低, 投加过程还需专业设备与人力配合, 导致整体治理成本偏高。(2) 化学杀藻法, 采用硫酸铜、高锰酸钾等药剂对藻类直接实施消杀处理, 见效迅速且杀菌作用明显, 能够在短时间内大量灭杀藻类并控制污染蔓延, 但化学药剂会无差别杀灭水体中其他有益生物, 破坏生态平衡并削弱水体自净能力, 长期使用还可能诱导藻类产生抗药性, 迫使后续不断更换药剂或加大用量, 进而加剧环境压力与治理成本, 因此运用化学治理手段时须权衡利弊, 合理控制药剂投加量与频率。

### 2.3 生物治理技术

生物治理技术主要包括微生物治理、水生植物治理和水生动物治理, 其中, 通过藻类抑制菌群分泌的藻类酶干扰藻类光合作用及增殖以降低水体氮磷等营养盐浓度。从内部抑制藻类及改善水质条件。利用挺水和沉水植物对水体的氮磷营养盐吸收能力快速切断藻类养料来源, 同时在一定程度上进行光照竞争与空间占据可对藻类产生抑制效果; 此外, 水生植物还可为水生动物提供栖息场所, 有助于提高生物多样性、稳定水域生态系统结构, 进而间接压制藻类暴发; 采用滤食性鱼类直接摄食藻类达到抑制藻类生长目的<sup>[2]</sup>。同时推动水体物质循环与能量流动促使水体具备自净功能。三者各有优势, 即微生物侧重内源抑制与改善水质, 水生植物侧重资源竞争与生态构建, 水生动物侧重直接控量与调节, 应将三种方法相互融合起来以发挥最佳综合效益, 从而治理藻类污染并推动水域生态走向持续发展。

### 2.4 综合治理技术

(1) 物理—化学联合治理, 将物理治理与化学治理技术相结合。先用人工打捞、机械除藻等手段去除水体表面的藻类数量快速减少, 缓解直观污染; 然后投加絮凝剂使得藻类凝聚沉淀进一步清除, 降低水体中的藻类浓度; 最后用化学药剂杀藻消毒, 杀灭残留藻类及有害微生物。发挥物理治理直接快速、化学治理深入彻底的优势, 从不同层面环节对藻类污染进行控制, 提高整体效果, 但其成本较高, 易二次污染。(2) 生物—生态联合治理, 即将生物治理和生态修复相融合, 在水域种植水生植物, 吸收营养盐、竞争光照空间抑制藻类生长; 放水生动物捕食藻类以此来控制藻类数量; 建设人工湿地、生态浮床等生态修复措施, 为水生生物营造适宜的水土条件以增加生物多样性, 增强水体生态稳定性和自净能力。该方式是从生态系统整体出发, 改善生态环境、恢复生态平衡, 从根源上进而解决藻类污染问题, 具有可持续性好、对环境友好的特点, 缺点是时间周期较长。

## 3 中小型水域藻类污染常态化治理策略

### 3.1 建立监测预警机制

完善监测网络, 建设覆盖中小型水域的水质检测网络。合理布局监测站点, 利用先进的监测仪器和手段定期对中小型水体的水质、藻类密度等相关指标展开监测工作, 以便能够全面、及时地掌握水域藻类污染的相关信息, 及时了解其变化情况, 为后续治理提供数据依据。开发预警模型, 要充分利用监测所获得的各种数据, 结合藻类生长规律、水域环境特点等因素, 采取数学建模、机器学习等方法, 构建科学合理的藻类污染预警模型<sup>[3]</sup>。通过该模型可对藻类污染是否发生作出精准地预测与预警, 并设置合理的预警值, 如果监测的这些指标超出此值就说明藻类污染有恶化的趋势, 那么就需要迅速启动应急响应, 积极采取措施进行治理, 如改变水流, 投加药剂等方式阻止藻类污染的扩散, 将污染控制在萌芽状态之中, 保证中小型水域生态环境安全稳定。

### 3.2 加强技术集成与应用

优化治理技术组合。应以中小型水域规模、水流状态及周边环境等固有特征为依据, 综合考虑藻类种类、污染程度与成因等现实条件, 科学调配物理、化学和生物技术, 使各项技术相互结合, 形成适宜本地区的常态化治理技术体系, 从而高效可持续进行藻类污染治理; 此外, 在技术研究方面积极跟上时代步伐, 引入新的治理手段如超声波除藻, 利用空化效应破坏藻类细胞结构, 光催化除藻, 借助催化剂在光照下产生强氧化性物质分解藻类, 该项目既节能又环保, 通过试点示范加大推广力度让更多地区得以应用, 提升治理效果与效率, 降低成本减少对环境的二次影响, 努力促进中小型水域藻类污染治理走向科学化与现代化发展道路。

### 3.3 注重生态修复与维护

生态修复的重点在于恢复水域生态系统结构和功能, 通过补植沉水、挺水植物吸收水体中氮磷营养盐等以削弱藻类增殖生长所需要的基础物质条件, 植物群落与藻类之间光照及空间资源竞争会对藻类造成压制, 通过投放滤食性水生动物直接摄

食藻类来降低水生动物种群密度,两者合力可以实现良好的水域生态平衡。在此基础上还应加强生态维护管理工作,定期对水生植物进行修剪和收割,一方面避免因水域内植物量多而影响水域通航和生态环境健康;另一方面将植物自身富集的营养盐移出水域。同时针对水生动物,也应注意投放和捕捞节奏控制,使其规模保持在适宜范围,防止由于数量不适应引起新一轮污染发生,经过修复和维护双管齐下,尽快调整稳定水生生态系统平衡且维持较长时间的平衡状态,为水域生态系统健康提供有效保障,从根本上杜绝藻类污染反复发生的可能性。

#### 4 中小型水域藻类污染常态化治理实践要点

##### 4.1 因地制宜选择治理技术

中小型水域具有一定的地理环境、水文条件和水质特点,区域间存在较大差异性。因此选择合适的治理技术要依据实际情况因地制宜。水域地形影响了治理技术施用难易程度及效果,不同地势下设备布置与运行方式也各不相同;水流速度和水位波动是影响技术使用效率最重要的因素,水流湍急处藻类容易被冲刷和扩散,需采用引水冲藻等利用水流特征进行治理措施;水流缓慢或封闭水域则需从源头上改善生态环境;营养盐浓度和酸碱度决定着治理措施的针对性强弱,当营养盐含量偏高时应该增加营养去除力度,抑制藻类滋生蔓延;酸碱度的差异会影响化学药剂选型和投加剂量。以上诸多因素共同作用,成为选择治理技术的约束条件,综合考虑地理、水文、水质等特点,科学结合物理、化学、生物、综合治理技术并按照目标选取合适的治理手段才能达到提升治理效率、有效控制藻类污染水体且促进生态环境持续向好的良性循环目的。

##### 4.2 加强部门协作与公众参与

环保部门主要负责水质监测工作,制定污染治理标准和政策体系;水利部门对于水资源进行调度可通过引水冲藻等方式改善水域水体水质;农业部门主要负责面源污染的管控,减少氮磷等营养盐向水体输入量。各个部门要打破职能藩篱,建立常态化沟通协调机制,实现数据资源互通共享,凝聚治理合力。公众是水域生态环境最直接的利益相关者,公众参与程度高低直接影响到水域治理成效,应该多渠道宣传教育,普及藻类污染危害以及治理知识,提升群众环保意识。同时搭建公众参与平台,鼓励公众积极参与污染举报、志愿服务等活动,充分发挥社会各界的治理积极性,构筑全社会关注、支持中小型水域藻类污染治理的

良好氛围,推动治理深入开展,提高治理效果。

##### 4.3 持续投入与长期维护

中小型水域藻类污染治理的工作需要经过较长时间,无论是前期对中小型水域的状况进行全面了解,还是中期实施各种各样的治理技术、再到后期修复受损生态等各个环节都离不开充足的资金投入。而且随着中小型水域藻类污染治理工作的逐步推进,其他领域先进治理技术也越来越多,这就更加提高了对资金投入的重视<sup>[4]</sup>。所以政府应该在治理工作中发挥主导性作用,加大中小型水域藻类污染治理资金投入力度,建立一套长效稳定的资金保障机制,使得资金能够持续稳定供应,为整体治理工作提供坚实的经济基础支撑。治理设施是最终达成治理目标的重要依托,如果没有正确有效地维护管理,很容易造成设施出现故障、老化等问题,导致治理设施的运转性能差,从而使得治理效果大打折扣。因此必须高度重视对于中小型水域藻类污染治理设施的长期维护工作,制订科学合理的维护计划,安排专业人员定期对治理设施进行检查、保养和维修,让设施始终处于良好运行状态,持续发挥治理功效,实现中小型水域藻类污染的长期有效控制和生态环境的持续改善。

#### 5 结束语

综上所述,中小型水域藻类污染常态化治理意义重大,关系到生态环境和水资源的可持续利用。只有采取多种技术、运用科学策略、从监测预警、技术集成、生态修复等方面入手,在具体实践过程中要因地制宜选技术、部门合作与公众参与相结合、持续投入并做好长期维护,才能够改善中小型水域生态环境,实现水资源良性循环,给人类创造更美好的水生态未来。

#### [参考文献]

- [1]卓静,钟启俊,陈茜茜.氮磷污染下水体藻类聚散迁移数值模拟及水华控藻的优化研究[J].环境科学与管理,2025,50(3):79-83.
- [2]习强.水厂应对原水藻类污染的应急处理技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(5):0122-0125.
- [3]肖丹,南军,范雅倩.某自来水厂应对水源藻类突发污染的运行探索与实践[J].中国给水排水,2024,40(3):9-14.
- [4]黄凯文,汪小雄,高静思.陆生植物对淡水中藻类化感抑制和机理评述[J].环境保护科学,2024,50(2):73-79.