

济南某水库水华突发应急与长效管控措施

王雪峰, 黄静, 何强

(济南市水利工程服务中心, 山东 济南 250099)

【摘要】近年来,夏秋季节异常高温和汛期突发暴雨导致水源水库富营养化风险加剧,如何及时应对水华局部爆发并强化后期管理,成为水源地管理部门面临的重要挑战。本文以济南某水库为例,阐述了2021年夏秋季节蓝藻水华突发事件过程,并对采取的应急治理措施及长效管控策略进行总结归纳,旨在为水源水库管理部门提供参考。

【关键词】水源水库;大汶河;蓝藻水华;水质监测

【中图分类号】TV697

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-06-0060-02

Emergency Response and Long-term Control Measures for Sudden Algal Blooms in a Reservoir in Jinan

WANG Xuefeng, HUANG Jing, HE Qiang

(Hydraulic Engineering Service Center of Jinan Municipality, Jinan, Shandong 250099, China)

Abstract: In recent years, abnormal high temperatures in summer and autumn and sudden rainstorms in the flood season have increased the risk of eutrophication in water source reservoirs. How to promptly respond to local outbreaks of algal blooms and strengthen subsequent management measures has become an important challenge for water source management authorities. Taking a reservoir in Jinan as an example, this paper elaborates on the process of the sudden cyanobacterial bloom incident in the summer and autumn of 2021, and summarizes the emergency treatment measures and long-term control strategies adopted, aiming to provide a reference for water source reservoir management authorities.

Key words: Water source reservoir; Dawen River; Cyanobacterial bloom; Water quality monitoring

水华是水体富营养化的具体表现,主要是水体中氮、磷等营养盐含量过高导致藻类在适宜条件下大量繁殖,这对水厂的水处理过程产生不利影响^[1]。某水库位于济南市钢城区,近年来,随着水库水源地管理保护工作的不断加强,水库水质总体呈现稳定向好的趋势。然而,流域内的面源污染尚未得到系统治理,富营养化风险较高,容易引发水库局部水域水华的爆发。文章以2021年7—9月水库局部蓝藻水华的生消过程为研究对象,分析其成因并制定一系列应对措施,以期水源水库管理部门提供参考。

1 基本情况

1.1 水库概况

某水库位于大汶河支流辛庄河的上游,是一

座集防洪、城市供水及农业灌溉等多功能于一体的中型水库,总库容为2540万m³,有效库容为1970万m³。自2016年起,水库被列入国家重要饮用水水源地名录,其供水服务覆盖人口达30万。水库控制流域面积为85km²,主要呈山丘地貌,土壤层较薄,一般不超过60cm,主要土壤类型为棕壤土。该地区气候属于暖温带半湿润季风气候,年平均降雨量约为750mm,其中70%~80%的降雨集中在6—9月,导致汛期洪水容易引起水库水位急剧上升。

1.2 水华生消过程

1) 出现期。2021年7月13—15日,流域内遭遇大暴雨,其中7月14日单日降水量高达

收稿日期:2025-02-19

作者简介:王雪峰(1975—),女,高级工程师

156 mm,上游来水量剧增,并携带大量树枝、柴草及生活垃圾进入水库。2 d后,水面逐渐变为黄绿色,水中可见微小颗粒及丝状絮状物,岸边零星出现绿色浮膜斑块。

2)爆发期。2021年8月中旬气温持续在33℃以上,水温达到20多摄氏度,水库水体整体偏绿。16日巡查人员于水库东南库湾天井峪桥西约100 m处,发现水面出现连片绿色油漆状浮膜,立即报告管理部门并送样检测,结果表明水华优势藻类为蓝藻。随后巡查显示水华现象主要集中在库湾静水区。

3)衰亡期。进入9月后,气温逐渐下降,水温降低,光照减弱,水体表面的绿色油漆状浮膜逐渐消散,岸边仍有零星分布,至9月底基本消失。

2 应急响应措施

2.1 成立应急领导小组

济南市城乡水务局接到水库服务处情况报告后,立即成立水源地供水安全保障应急领导小组,专项研究相关问题,组织水库服务处和市供排水监测中心有关人员,制定应急工作方案,开展应急处置。由水库服务处制定应急巡查方案,成立包括综合协调组、水面巡查组、流域调查组等在内的工作组,各司其职;由市供排水监测中心制定应急监测方案,加强水质监测。

2.2 加强水面巡查

通过步巡、车巡、船巡、无人机巡查等方式,实行“水-陆-空”全方位巡查,每日总结报送水面应急巡查情况报告。加大对库区水域、岸线巡查力度,察看水库沿岸有无垃圾乱堆乱弃,水面有无成片漂浮物等情况。实时掌握水华聚生发展态势,增加对取水口周边环境的巡视频次,注意观察鱼类是否有反常现象;及时关注水质在线监测设备数据变化,加强数据统计工作。

2.3 实施面源污染调查

联合钢城区水务局、街道办事处、森林公园管理委员会等有关部门,对水库上游的小型水库水环境状况、河道入河排污口、库滨区村庄生活污染源、景观松种植污染源等进行详尽的调查研究。通过分析,总结上游库区村庄内化肥施用、生活污水排放及处理、畜禽养殖废物处理等情况,统计分析污染源规模并绘制分布图,形成某水库

上游流域范围内污染源调查报告。

2.4 强化水域清洁维护

组织保洁人员开展水面垃圾的打捞和清除工作。针对汛期上游带来的大量枯枝、树叶及生活垃圾等漂浮物,利用船只和岸边的长杆铁网等工具,及时进行清理和运输。对于巡查中发现的藻类聚集现象,使用加厚密网和泵吸技术进行清除,并将清理出的物质运送至指定地点进行无害化处理。

2.5 加强水质跟踪监测

由市供排水监测中心对发生水华区域进行补充监测,除常规指标外,增测叶绿素a和藻类数量等指标。8月21日结果显示发生水华取悦叶绿素a浓度达到27 μg/L,藻类数量达到 16.5×10^6 个/L。9月9日检测结果除总氮外,其他各项指标均符合《地表水环境质量标准》III类标准,藻类总数为250万个/L,较8月21日结果明显降低,水库水质总体逐渐转好。

2.6 应急响应解除

2021年9月22日,经连续监测和评估,水华现象基本消除,市城乡水务局决定终止某水库水源地供水安全保障应急工作,水库管理转为正常工作状态,并加强后期管理。

3 成因分析

1)面源污染是根源。一是流域内有1处4 200 hm²的国有林场和20个村庄,主要种植花生、玉米、地瓜等农作物,种植过程中需要施加氮磷化肥,使用方法多为抛撒浅施。二是近年来沿库区和河道两侧景观松种植业发展迅速,景观松一年喷施多次农药,用以杀虫除草,种植区域地表裸露问题突出。三是水库上游禽畜散养粪便未得到有效处理,汛期特别是暴雨之后,畜禽养殖产生的污水和粪便容易直接进入河道。

2)气象条件是诱因。2021年8月,日照日均时长为13.5 h,平均气温为26.3~26.6℃,水温升高,日照条件好引起藻类大量繁殖^[2]。

3)底泥内源污染加剧事态发展。水库建成以来未开展有效清淤工作,长期运行过程中营养物质蓄积在底泥中。受汛期暴雨径流影响,底泥扰动加剧导致蓄积的氮磷等物质再次进入水体,为藻类生长提供了充足的营养物质^[3]。(下转第70页)

中心-各县(市、区)水利局的多级管理模式,加强灌区运行维护中心对灌区水资源的统筹管理,规范灌区用水秩序,构建动态模型以预测需水量,采用丰蓄枯用等灵活调度策略。同时,将调水工程与当地水库、地下水、再生水等资源进行协同管理,以提高整体水资源利用效率,并将气候模型纳入工程规划,预留调水规模的弹性空间,增强工程应对干旱、洪涝等极端事件的能力。

2.2 推动调度管理信息化建设

利用大数据、云计算、人工智能等技术,构建智能调度平台,实现水质、水位、水量等信息的实时采集、传输和分析,提高调度决策的科学性和时效性。充分利用国家水资源监控能力平台、水情信息交换系统、取水工程(设施)核查登记等信息平台,实现省、市多级平台关于各控制断面实时水情信息的共享,确保水资源调度工作顺利进行。

(上接第 61 页)

4)水库鱼类结构失衡不可忽视^[4]。水库库区大部分未设置围网,汛期泄洪大量鱼类随之损失,并未得到有效补充,受资金、人员等方面的制约,为使违法捕鱼的现象得到有效禁止,多年来未进行鱼苗投放,滤食类鱼类结构不合理。

4 管控措施

4.1 实施流域环境综合治理

2023 年与商务部中国国际经济技术交流中心、联合国开发计划署水方案项目办公室、可口可乐(中国)合作实施了山东省济南市某水库水资源保护项目,利用可口可乐公益基金 20 万美元,实施了入库口湿地恢复、水库取水口分层取水改造、桥面雨水收集系统等工程项目,全面保障水库水质安全。

4.2 实施增殖放流

增殖放流的鱼种为滤食类鲢鱼、鳙鱼。2021 年 11 月份投放 10 余万尾,2022 年投放 40 余万尾,2023 年投放 50 余万尾,有效遏制了藻类的生长。

4.3 汛期利用底洞放水

汛期泄洪的同时开启放水洞放水,2021 年汛期累计调洪 3 000 万 m³,2022 年汛期累计调洪 2 421 万 m³,2023 年汛期累计调洪 491 万 m³。

2.3 提高公众节水和环保意识

定期公布区域水资源供需数据、调度方案和用水政策(如干旱预警、限水措施等),增强公众对水情的了解。建立可视化平台,展示水源分布、水质监测结果和用水配额,形成全社会共同参与的水资源管理格局。

3 结语

水资源调度管理工作对于确保水资源的可持续利用以及推动社会经济的高质量发展具有深远的影响,应致力于调水管理方式的创新,强化水资源的刚性约束,严格控制水资源的开发与利用规模,同时,完善协调机制,加强先进技术的应用,提升调度管理的科学性和精细化水平,最终达到水资源高效调配与生态环境保护的双重目标。

(责任编辑 崔春梅)

水库内循环有效地遏制和减缓了藻类生长,确保了水质达标。

4.4 加强水质定期监测

水污染事件发生后,除生态环境部门日常月检外,每月由管理单位人员取样送至市供排水监测中心进行检测,并根据监测结果给出相应建议或及时预警。结果表明:2022—2024 年水质监测结果持续向好。2022 年 6 个月符合 II 类水标准,6 个月符合 III 类水标准;2023 年 7 个月符合 II 类水标准,5 个月符合 III 类水标准;2024 年 1—5 月份符合 II 类水标准,6—9 月份符合 III 类水标准。

参考文献

- [1] 蔡启佳,马千里,苟婷,等.湖库型水源地蓝藻水华应急处置技术研究进展[J].中国环境科学,2025,45(1):390-405.
- [2] 施文卿,秦伯强.气候变化下湖库蓝藻水华发展趋势及防控对策[J].水利学报,2023,54(8):987-996.
- [3] 姜欣,朱林,许士国,等.水源水库季节性分层及悬浮物行为对铁锰迁移的影响——以辽宁省碧流河水库为例[J].湖泊科学,2019,31(2):375-385.
- [4] 谢平,陈隽,刘佳睿.非经典生物操纵驱动从水华向非水华的稳态转化——来自武汉东湖的全湖验证实验[J].湖泊科学,2023,35(1):1-13.

资助项目:济南市水务科技项目(JNSWKJ202202)

(责任编辑 崔春梅)