

# A 市城市内湖水质提升总体方案研究

文 / 鲍竹兵 上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司合肥分公司

郑志盛 力合科技（湖南）股份有限公司

郎 林 上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司合肥分公司

**摘要：**H湖及相关水系现状水质不容乐观，从流域角度进行系统分析，找准问题及成因分析，按照污染总量控制的思路开展相关治理研究。根据问题成因确定相关治理对策，按照源头治理、过程拦截、末端提升的路径来实施相关工程，根据污染削减分配，确定相关工程规模。

**关键词：**水质提升；流域；总量控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.115

## 引言

由于城镇化的快速发展，城市湖塘逐渐演变成封闭性水体，受人为扰动和污染物影响更加剧烈，缺水、黑臭等现象普遍存在<sup>[1-2]</sup>，A市H湖作为城市内湖，其本身及上、下游水系生态环境不容乐观，是历次环保督察的重点。

### 一、基本情况

H湖总面积4.75 km<sup>2</sup>，其中水域面积约1.61 km<sup>2</sup>，设计平均水深2 m，最深处4 m。H湖上游有A河和B河，这两条水系上游均有数公里的暗涵，这些暗涵历史上都是河道，后因城市的发展都加上了盖板，它们是主城区重要的排涝通道，由西南向北汇入H湖，H湖下游有C河和D河，均汇入E河。

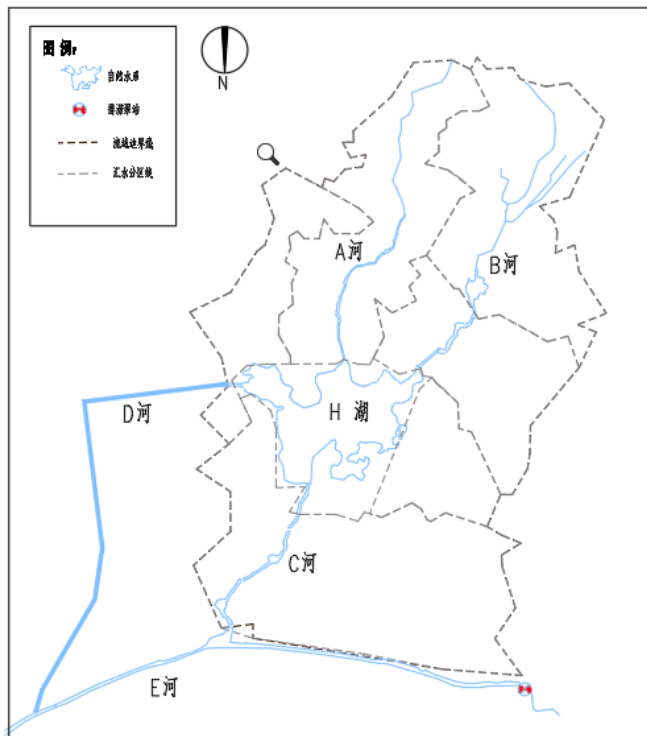


图1 水系及汇水分区示意图

H湖片区流域面积为44 km<sup>2</sup>，其中建成区面积约27 km<sup>2</sup>。总人口约18万。现状用地主要以城镇住宅及工业为主。流域内整体地势呈南高北低、西高东低状，整体

坡向H湖。H湖片区水面率约为4.7%，相对偏低。H湖片区多年平均年径流总量为2940万m<sup>3</sup>。片区市政雨水管渠总长约204 km。根据排放水体不同及位置不同，将片区划分为6大排区。片区内仅有1座污水处理厂，服务范围内市政污水管渠总长约213 km。

### 二、问题分析

现状存在三大现象问题，即污水厂进水浓度较低、河湖现状水环境较差及H湖富营养化较严重。通过现状的相关检测、排查与分析研究，以及部门走访等，对三大现象问题的成因，归纳总结为以下6个方面：

#### （一）污水管网系统效能低

系统效能低是指不能将污水有效地收集、输送至污水厂处理。通过6月~10月，对两支进厂主干管多次取样分析，污水浓度随主干管沿程降低，特别是下游高水位运行段降低程度明显增加。另外，存在低浓度工业废水汇入情况。

根据2024年6~8月监测数据，主干管1，水量约6万m<sup>3</sup>/d，约占H湖污水处理厂处理水量的70%。COD平均值110.5 mg/L，总氮平均值16.8 mg/L，氨氮平均值14.1 mg/L，总磷平均值1.3 mg/L。主干管2，实际运行水量约3万m<sup>3</sup>/d，约占H湖污水处理厂处理水量的30%。COD平均值100.6 mg/L，氨氮平均值18.5 mg/L，总磷平均值1.3 mg/L。

因此，造成污水系统效能低的主要原因目前有外水汇入量大、管道高水位运行、工业企业低浓度废水接入等。

#### （二）雨污管网混错接普遍

B河上游暗渠长约11.4km，接入暗渠的排口数量总计为493个，其中77个排口有污水排出。根据排口溯源及管网排查检测，市政雨水管有16处混接现象，有约50个小区存在雨污混错接现象，其中24个小区混错接现象较为严重。

H湖湖区排入口有11处，除两条水系支流，其余9处为雨水管涵。根据调研，这11处入水口中有9处常有污水混入排至H湖。H湖片区六大雨水排区中，地块雨水管出口接入市政雨水管处大部分存在旱季污水，开展管网全面普查与检测十分必要。

(三) 径流污染问题很突出

通过对暗渠出口处初期径流连续取样检测。COD 浓度为 186 ~ 294 mg/L, 氨氮浓度为 19.8 ~ 28.9 mg/L, 汛期污染强度达到 14.45, 说明 B 河上游径流污染非常严重。通过对 A 河暗渠出口处初期雨水进行连续取样检测, 氨氮浓度为 3.82 ~ 5.91 mg/L, 汛期污染强度为 3, 说明 A 河上游径流污染较为严重。

(四) 河湖底泥污染较明显

通过现场勘察, 偶有底泥上浮现象; 通过对 A 河和 B 河布点进行底泥取样, 有机质、TP、TN 均超标, 其中有机质超标最严重。

(五) 河湖生态环境较脆弱

经调查, 大部分河道沿线为硬质护岸, 河道生境较差, 水生态系统脆弱, 河湖出现富营养化, 自净能力不足, 生物多样性下降。此外, 部分河段水面显现出脏、乱, 景观效果差。

A 河、B 河、H 湖均属于典型的城市雨源型河湖。现状 A 河补水基本满足较低标准的生态需水量, 现状 B 河补水不满足较低标准的生态需水量, H 湖缺乏较低标准的生态需水量。总体上河湖生态基流不充足, 且不稳定。

(六) 运维与监管质效偏低

河湖水环境管理是一项系统性工程, 需要厂网河湖一体化管理, 现状相关水环境设施的管理, 如管网、泵站、污水厂等, 属于不同部门管理, 没有形成有效整体; 河湖水环境管理模式比较粗放化, 流域水环境治理具有复杂性、变化性和持续性, 现状判定问题只通过简单的推理论证, 没有详细的长系列数据支撑, 没有系统性的详细分析; 缺乏河湖水环境管理信息化手段, 现场水质检测基本都是靠人工, 存在极大的人为偏差; 面对污染突

发事件不能短时间精准找到污染源; 围绕水环境保护的相关工程不能得到有效考核。

三、总体思路

(一) 治理目标

A 河、B 河的水质氨氮、COD 等主要指标达到地表水 V 类标准 (即 2mg/L、40mg/L), H 湖水体水质得到明显改善。

(二) 治理理念

开展 H 湖片区水环境整治提升遵从“流域统筹、厂网一体、系统治理、协同增效”的治理理念。“流域统筹”即从 H 湖流域 44 km<sup>2</sup> 全局考虑, 统筹流域与区域、上游与下游、干流与支流、陆地与水域等; 以流域水环境质量为目标, 以现状问题为导向, 以污染总量控制为依据。“厂网一体”即污水系统提升改造围绕厂网一体, 提高城镇污水集中收集率及污水厂进水浓度。“系统治理”即治理过程坚持系统观念, 从点源、面源、内源等的控源截污及活水保质、恢复水生态提升自净能力等方面开展全方位治理; 采取源头削减、过程控制、末端提升相结合的全过程治理思路。“协同增效”即通过工程措施与非工程措施相结合、绿色设施与灰色设施相结合、近期工程和远期工程相结合, 多元化协同治理, 治理过程中实现效率和质量的提升。

(三) 总量分析

H 湖片区污染负荷产生量 COD 1725.45t/a、氨氮 91.67t/a、总氮 203.03t/a、总磷 22.35t/a。河湖流域污染, 主要分为点源污染、面源污染、内源污染<sup>[3-5]</sup>。其中 COD 污染严重的是城镇地表径流、城镇生活, 分别占比 68.3%、26.6%; 氨氮污染严重的是城镇生活、城镇面源, 分别占比 60.4%、25.4%; TN 污染严重的是城镇生活、城镇面源, 占比 35.7%、32.8%, TP 污染严重的是底泥污染、城镇面源, 占比 38.6%、35.8%。

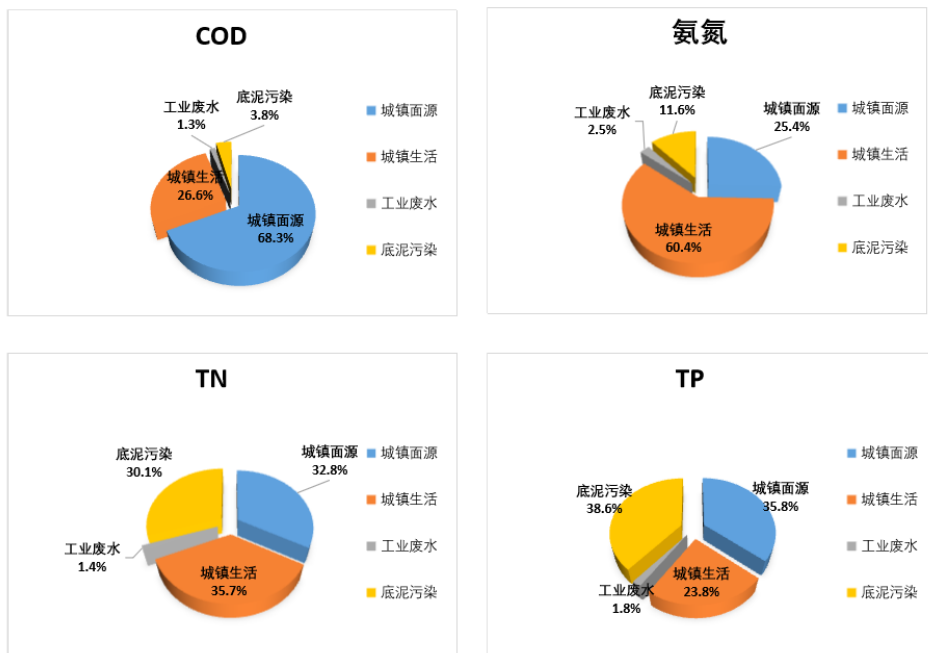


图 2 污染负荷占比图

(四) 总量削减分配

点源削减 50%、面源削减 35%、内源削减 50%。

表 1 H 湖片区污染负荷削减分配一览表

污染类型	污染负荷产生量 (t/a)		削减 比例	污染负荷入河量 (t/a)	
	CODCr	氨氮		CODCr	氨氮
点源污染	523.78	59.82	0.50	261.89	29.91
面源污染	1151.82	23.83	0.35	748.68	15.49
内源污染	49.86	8.02	0.50	24.93	4.01
总和	1725.45	91.67		1035.50	49.41

四、治理对策

治理对策以问题为导向，根据六大成因，制定相应的六大措施；根据总量控制，确定相应规模，满足污染负荷削减量；围绕系统治理，统筹各类措施，协同增效以稳定达标。

(一) 污水系统提升工程

污水系统是片区污染减排的核心设施，保量保质的污水收集输送系统是实现污染减排的关键环节。

当前阶段，提升污水系统效能，主要是要提高污水厂进水浓度和城镇生活污水集中收集率，重点在于管网。针对 H 湖片区污水系统外水汇入量大、管道高水位运行及工业企业低浓度废水接入等问题，需要系统性采取相应的挤外水、降水位及污水分流等措施。

(二) 雨污混接整改工程

这是削减点源污染的重要措施，混接整改要建立在管网排查基础上，应通过排口的逆向溯源和管网正向排查，综合雨污水管系统性整改。根据划分的六大排区，开展排水管网的排查与整治。

规划系统源头整治是提升流域生态环境质量的根本之策<sup>[6]</sup>。实施内容包含含管整改、雨污混错接整改、因地制宜新建地表线性系统、缺陷管道整改及破损化粪池修复等。考核标准为批量水质检测平均浓度满足氨氮  $\geq 15$  mg/l，COD  $\geq 250$  mg/l。无水流或有水流出水质满足氨氮  $\leq 2$  mg/l，COD  $\leq 40$  mg/l。

(三) 径流污染治理工程

在污染总量中，径流污染（城镇面源）的占比为 COD 68.3%、氨氮 25.4%、TN 32.8%、TP 35.8%。

径流污染成因较为复杂，主要由地表径流污染，管道沉积物冲刷及混接的污水组成；具有随机性和不确定性，年内分布不均，冲击性强。H 湖片区 B 河二路南部区域，流域开发强度高，是当地经济最活跃的区域之一；地面坡降比较大，地表冲刷效应较强；较低的水面率使得对于雨水的调蓄涵养能力薄弱。加上长期的混接污水和管道沉积物，在降雨时期，以“零存整取”的形式对河湖形成冲击性污染。

根据前期雨季的检测结果，片区的现状特征，总量削减分配，结合相关政策的要求，H 湖片区特别是 B 河二路以南区域，应该考虑径流污染治理措施。

共设置三座调蓄设施，采用近远期结合、灰绿结合的方式推进。

(四) 底泥污染治理工程

通过泥质检测，超标都很严重；底泥污染主要是对

水体的释放；特别在 TP 贡献方面。考虑到 H 湖、B 河近期均开展了清淤，近期工程只对 A 河进行全线清淤，H 湖和 B 河按照常态化清淤模式开展治理。

(五) 河湖生态修复工程

在对污染防治基础上，通过恢复和保护水生植被，逐步强化水生态系统。可通过微地形改造，重塑“深槽-浅滩-沙洲”交错的河道微地形单元，营造洲、湾、溪、滩和涧等异质性生境系统，促进季节性河流食物链的构建<sup>[7]</sup>。

近期利用现状补水设施，远期结合水网一体化规划，实施长江原水常态化补水。

(六) 厂网河湖监测工程

因此，保护和修复水环境不仅是生态责任，也是维护公共卫生和人类安全的必要措施<sup>[8]</sup>。在建议优化河湖水环境管理体制和机制的非工程措施基础上，本工程通过建立以河湖在线监测系统为主的工程对策来实现提升现场运维监管的质效，逐步达到“系统监管、精准监管、智慧监管”的目标。

结语

H 湖、B 河、A 河水环境整治主要以污染源调查为基础，以污染控制为重点、以生态修复为保障，通过控源截污、内源治理、生态修复、活水保质和长时久清等措施实现流域水质稳定达标。同时必须面对流域治理的复杂性、历史欠账多、资金欠缺等现状，采取一些非工程措施。后续治理过程中应在加强组织领导、引进技术指导、形成制度保障、开展课题研究、健全监测体系和拓展融资渠道等方面予以发力。

参考文献

[1] 郑兴灿, 何强, 陈一, 等. 城市河湖水体综合整治与品质提升技术研究及示范应用 [J]. 中国给水排水, 2022, 38(10): 1-9.

[2] 吕丰锦, 贾娟华, 李威, 等. 深圳市宝安区小湖塘库水体生态治理工程分析 [J]. 中国给水排水, 2023, 39(06): 127-133.

[3] 陈兴茹. 国内外城市河流治理现状 [J]. 水利水电科技进展, 2012, 32(02): 83-88.

[4] 杨锋. 强化流域治理管理打造幸福河湖“淮河样板”——淮河流域幸福河湖建设实践与展望 [J]. 水利发展研究, 2024, 24(01): 41-45.

[5] 黄伟, 诸青. 城市河道综合治理生态理念探索与实践——以南京外秦淮河为例 [J]. 海河水利, 2023, (12): 9-12.

[6] 黄钰铃, 莫晶, 骆辉煌, 等. 长江大保护试点城市水环境治理模式及成效 [J]. 环境工程学报, 2024, 18(01): 286-297.

[7] 陈文龙, 吴琼, 李一平. 城市河流低水位运行生态修复机制与实践效果 [J]. 水资源保护, 2024, 40(02): 16-22.

[8] 邢攸燕. 水环境质量影响因素及水生态环境保护措施分析 [J]. 山西化工, 2023, 43(10): 244-246.

作者简介: 鲍竹兵 (1986—), 男, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向为市政水务及环境工程。