

# 河道水质整体提升措施的有关分析

曹馨怡

上海市崇明区水文站 上海 202150

**摘要:**以上海崇明岛为研究区域,聚焦该岛人工调控水系下的河道水质提升问题,通过分析区域水系特征与水质现状构建技术措施体系。研究显示,崇明岛河道水质2010-2020年维持地表水II-III类达标状态,但总磷潜在超标风险最高,2015年后有机污染呈加重趋势,且水质存在南优北劣、上游优于下游的空间差异。制约水质提升的核心因素包括生活污水与农田面源等污染源输入、水系连通性差导致的水动力不足。基于此构建的污染源源头削减、水系连通改善、水质生态修复及分区精细化管控技术体系,可有效遏制有机污染与总磷超标风险,推动全岛河道水质从“达标”向“优质”转变,为区域水生态系统稳定提供支撑。

**关键词:**崇明岛;河道水质提升;有机污染;水系连通;分区精细化管控

## 引言

崇明岛作为长江入海口中国第三大岛,属上海崇明区管辖,其水系为人工开挖形成的市-区-镇-村四级网络,呈现“南引北排、西引东排”格局,河网密度达7.78km/km<sup>2</sup>为上海市最高<sup>[1]</sup>。该岛属北亚热带季风气候,温和湿润的环境与密集河网为水系生态功能发挥提供基础,但也使水体易受外界扰动。作为上海重要生态屏障,崇明岛河道水质直接关联区域生态稳定、居民生活用水安全与农业灌溉保障,当前有机污染加重、总磷潜在超标及水动力不足等问题,已对水系功能与周边生产生活形成制约。因此开展河道水质提升措施分析,对解决区域水环境问题、保障水生态安全具有重要现实意义。

## 1 研究背景与河道水质现状分析

研究区域为上海市崇明区所辖崇明岛,地处长江入海口且由长江泥沙冲积形成,其水系具有典型人工调控特征,整体呈现“南引北排、西引东排”的核心格局。区域内两条市级横引河贯穿东西,南横引河全长78km、宽50m、深4m,主要流经建设区并承担岛内航运与防汛功能,北横引河全长84km且两岸以农田为主;20-30m宽的县级竖河呈南北走向,连接两条横引河形成网格状水系。该区域属北亚热带季风气候,年均气温约16.2℃,年降水量1189mm,河网密度达7.78km/km<sup>2</sup>为上海市最高,共包含市-区-镇-村四级河道1.43万条,总长8328km,河湖总面积约101km<sup>2</sup>,温和湿润的气候与密集的河网为水系生态功能发挥提供基础,但也使水体易受外界环境扰动<sup>[2]</sup>。

### 1.2 河道水质现状与关键问题识别

从长期监测来看,2010-2020年岛内主要河道水质常年维持在地表水II-III类,达标率达100%,但总磷(TP)潜在超标风险始终处于最高水平;2024年多河道监测数据进

一步显示,高锰酸盐指数、化学需氧量(COD<sub>Cr</sub>)等有机污染指标仍处于较高区间,如前哨闸河堡镇垦区桥高锰酸盐指数平均值达5.9mg/L、化学需氧量达19.1mg/L,且水质空间差异显著,南横引河整体优于北横引河,同一河道普遍呈现上游优于下游、西部优于东部的特征。时间维度上,氮素(TN、NH<sub>3</sub>-N)污染在2015年后显著下降,但COD<sub>Cr</sub>年均值持续上升,表明有机型污染呈加重趋势;同时水系连通性差、断头河浜数量较多导致水动力不足,枯水期长江径流减少易引发海水倒灌,使局部河段盐度升高,进一步削弱水体自净能力,构成当前水质改善的核心问题。

### 1.3 水质整体提升的现实必要性与目标导向

崇明岛作为上海市重要生态屏障,其河道水质直接关系到区域生态系统稳定、居民生产生活用水安全以及农业灌溉用水保障,当前有机污染加重与TP潜在超标等问题,已对水系生态功能与周边生产生活产生制约,因此水质整体提升具有迫切现实必要性。目标导向聚焦核心问题解决,即重点削减有机污染物以遏制COD<sub>Cr</sub>持续上升趋势,降低TP超标风险,同时通过改善水系连通性提升水动力条件,结合分区精细化管理策略,推动全岛河道水质从“达标”向“优质”转变,最终构建结构稳定、功能完善的水生态系统。

## 2 河道水质提升的主要制约因素解析

### 2.1 污染源类型与贡献度分析

崇明岛河道污染来源主要包括生活污水、畜禽养殖废弃物、农田面源污染(化肥与农药流失)及少量工业废水,这些污染源通过不同途径进入河道水体,对水质形成持续影响。从关键水质指标贡献排序来看,高锰酸盐指数贡献度最高,其次为五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)、

化学需氧量(COD<sub>cr</sub>)、总氮(TN)、氨氮(NH<sub>3</sub>-N)、总磷(TP)、溶解氧(DO)贡献度最低,这一排序清晰表明有机污染已成为当前岛内最突出的水环境问题。其中,农田面源污染对北横引河水质影响尤为显著,因该河道两岸多为农田,化肥与农药的流失直接增加水体中氮、磷含量及有机污染物浓度;生活污水与畜禽养殖废弃物则通过渗漏、径流等方式进入各级河道,进一步加剧有机污染程度,少量工业废水虽占比不高,但也对局部河段水质造成一定影响<sup>[3]</sup>。

## 2.2 水系结构与水动力条件限制

崇明岛水系完全由人工开挖形成,虽构建起“南引北排、西引东排”的格局,但这种人工结构存在明显缺陷,突出表现为断头河浜数量较多,导致水系连通性较差,水体无法形成顺畅的流动循环。水动力条件不足成为制约水质改善的重要因素,水体流动缓慢使得污染物难以被有效输送与稀释,同时也降低水体复氧能力,导致溶解氧含量维持在较低水平,削弱水体对有机污染物的降解能力。此外,枯水期长江径流减少时,人工水系的调控能力不足,易引发海水倒灌现象,局部河段盐度升高,不仅改变水体原有理化性质,还会抑制水生生物活性,进一步降低水体自净能力,形成水质改善的恶性循环。

## 2.3 水质时空差异的驱动因素

水质空间差异的核心驱动因素在于污染源分布与河道功能定位的不同,南横引河主要流经建设区,承担航运与防汛功能,周边污染源管控相对严格,且河道宽度、深度等条件更利于水体流动与污染物扩散,因此水质整体优于北横引河;北横引河两岸农田密集,农田面源污染防治难度较大,污染物输入持续且集中,导致水质较差。同一河道上游优于下游、西部优于东部的特征,则是因为上游与西部地区污染源输入较少,且受长江来水影响更大,水体更新速度较快,而下游与东部地区受污染物累积效应影响,且离长江入海口更近,枯水期易受海水倒灌影响,水质随之下降。时间维度上氮素污染下降与COD<sub>cr</sub>上升的差异,主要是因为“十三五”期间治理措施侧重氮素控制,如农业面源控制、污水处理厂提标等,有效削减氮素输入,但针对有机污染物的专项治理措施不足,生活污水、畜禽养殖等来源的有机污染物持续输入,导致COD<sub>cr</sub>年均值上升。

## 2.4 现有治理措施的短板与不足

“十三五”以来,崇明岛实施的截污纳管、污水处理厂提标、农业面源控制、河道轮疏等工程,虽在氮素污染遏制方面取得一定成效,但现有治理措施仍存在明显

短板。一是对有机污染物的削减缺乏系统性方案,当前措施未针对高锰酸盐指数、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>cr</sub>等核心有机污染指标制定专项治理策略,导致有机污染加重趋势未得到有效遏制。二是水系连通性改善工程推进不足,针对断头河浜的疏通与连接工程覆盖范围有限,水动力不足的问题未从根本上解决,水体自净能力仍处于较低水平。三是分区精细化管理程度不够,未根据南横引河与北横引河、上游与下游、建设区与农田区的水质差异及污染源特点,制定差异化治理方案,导致治理措施针对性不强,如北横引河的农田面源污染防治措施未与其他区域形成区分,治理效果受限。四是对TP潜在超标的风险防控不足,现有措施未重点关注TP指标的源头削减与过程控制,无法有效降低TP超标风险,难以保障水质长期稳定达标。

## 3 河道水质整体提升技术措施体系

### 3.1 污染源源头削减技术

针对崇明岛河道主要污染源与有机污染突出的核心问题,需从源头构建分层削减技术体系。对于生活污水,需进一步升级截污纳管工程,扩大村级河道周边管网覆盖范围,确保农村分散生活污水全部接入污水处理厂,同时推动处理厂工艺提标,重点强化对高锰酸盐指数、COD<sub>cr</sub>等有机污染物的去除能力,减少处理后尾水对河道的有机污染输入。针对畜禽养殖污染,应推行养殖废弃物资源化利用模式,通过建设有机肥生产设施将养殖粪便转化为农业用肥,从源头减少废弃物渗漏与径流流失,降低对水体氮、磷及有机污染物的贡献。对于农田面源污染,需推广生态种植技术,结合土壤肥力监测实施测土配方施肥,减少化肥用量,同时选用低毒低残留农药并搭配物理防治手段,降低农药流失量,特别针对北横引河两岸农田,需建立农田径流收集系统,拦截农业面源污染物。针对少量工业废水,需严格执行废水排放标准,强化企业排污监测,确保工业废水经预处理达标后再接入市政管网,杜绝直排现象。

### 3.2 水系连通与水动力改善工程

围绕水系连通性差、水动力不足及海水倒灌问题,需实施系统性工程改造。首先对全岛断头河浜进行全面排查梳理,重点针对村级堵塞河道开展疏通与连接工程,打通市-区-镇-村四级河道的流通节点,构建“横纵贯通、循环顺畅”的水系网络,让水体形成自然流动循环,提升污染物输送与稀释能力。其次针对枯水期海水倒灌问题,在长江入海口临近河段建设水位调控闸站,枯水期通过闸门调节控制河道水位,阻挡海水倒灌,避免局部河段盐度升高对水体理化性质与水生生物活性的破坏。同时

对南、北横引河进行局部疏浚清淤,清除河道底部淤积泥沙,拓宽狭窄河段,改善河道行洪输水条件,进一步提升水动力,增强水体复氧能力,为有机污染物降解与水体自净提供基础条件。

### 3.3 水质净化与生态修复技术

结合水体自净能力弱与TP潜在超标风险,需通过人工干预强化水质净化与生态修复。在市级与区级主要河道水面布设生态浮床,选择芦苇、菖蒲等耐污性强且吸附能力突出的水生植物,通过植物根系吸收水体中氮、磷营养盐,同时拦截悬浮有机物,降低水体有机污染负荷与TP含量。针对污染较重的河段底部底泥,实施阶段性疏浚工程,清除积累的有机污染物与磷元素,减少内源污染释放,避免底泥污染物再次进入水体加重污染。此外,在河道岸边构建滨岸缓冲带,种植乔灌木结合的植被群落,一方面拦截陆域面源污染物,另一方面为水生生物提供栖息环境,恢复河道生态系统,通过生物降解作用进一步提升水体对有机污染物的净化能力,逐步恢复水体生态功能。

### 3.4 分区精细化管控策略

依据水质空间差异特征与污染来源不同,需划分差异化管控分区并制定专属策略。将南横引河划分为“航运防汛保障区”,重点加强船舶污水与垃圾收集管理,定期监测航运活动对水质的影响,确保其航运与防汛功能不影响水质稳定。将北横引河划分为“农田面源防控区”,集中推广生态种植与径流拦截技术,建立农田面源污染监测点,动态调整防控措施,降低农业污染输入。将河道上游与西部地区划分为“水源保护优先区”,严格管控新增

污染源,禁止高污染项目建设,确保上游清洁水源对下游河道的补给作用。同时建立分区水质监测网络,每个管控区设置固定监测点位,每月监测高锰酸盐指数、 $\text{COD}_{\text{cr}}$ 、TP等核心指标,根据监测数据评估管控效果,及时优化调整分区措施,实现“一区一策、精准管控”,保障全岛河道水质持续稳定提升。

### 结论

研究表明上海崇明岛河道水质虽常年维持地表水II-III类达标状态,但有机污染加重与总磷潜在超标构成核心问题,水系连通性差与水动力不足进一步制约水质提升,而生活污水、农田面源等污染源输入是污染主要来源。针对上述问题构建的技术措施体系中,污染源源头削减技术可从生活、农业、工业层面减少污染物输入,水系连通与水动力改善工程能打破断头河浜限制提升水体自净能力,水质生态修复技术可强化氮磷与有机污染物去除,分区精细化管控则实现差异化治理。这套措施体系可有效解决崇明岛河道水质关键问题,实现水质从“达标”向“优质”的转变目标,为崇明岛水环境管理与水生态系统保护提供切实可行的技术路径。

### 参考文献

- [1]徐啸,朱金城,沈烽.江苏无锡山东浜等河道水质提升工程环境影响评价研究[J].水上安全,2025,(16):82-84.
- [2]梁家成,范金鼎,蔡志军,等.生物填料系统河道水质提升工艺案例研究[J].环境科学与管理,2024,49(12):104-108.
- [3]何宏彬.寒区河道水质提升工程人工湿地方案分析[J].水利科学与寒区工程,2024,7(08):7-10.