

生态清洁小流域视角下的河道整治与管理研究

吴 嫵

(上海市宝山区水利管理所, 上海市 201901)

摘 要: 在长三角一体化和上海市建设“人民城市”的背景下, 城市中小河道需兼顾行洪排涝安全与生态宜居功能。以上海市宝山区庙行镇都市宜居型生态清洁小流域东片区为对象, 基于规划、设计及现状调查, 梳理水系格局、河岸空间和水生态主要问题, 参考上海市生态清洁小流域建设要求, 构建由水系格局与水面规模、水空间、水生态三维 6 指标组成的治理成效评价体系, 分析河道疏浚、水系连通、护岸生态化、水生态修复与水体清澈度提升等工程措施及长期稳定的运行管理路径。结果表明, 河湖面积达标率、水系生态防护比例以及水质和水生植被状况均得到明显改善, 小流域综合治理效果良好。该评价体系与工程—管理一体化整治模式可为都市生态清洁小流域建设提供参考。

关键词: 城市河流; 城市河道整治; 水生态; 生态清洁小流域; 工程管理

中图分类号: TV147

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)07-0341-07

Study on River Regulation and Management from Perspective of Ecological Clean Small Watersheds

WU Yan

(Shanghai Baoshan District Water Resources Management Office, Shanghai 201901, China)

Abstract: Under the background of Yangtze River Delta integration and Shanghai's initiative to build a "People's City," urban small and medium-sized rivers are required to ensure both flood control safety and ecological livability. Focusing on the eastern sub-area of the metropolitan livable eco-clean small watershed in Miaohang Town, Baoshan District, Shanghai, and based on the planning, design and field investigations, the key issues in the water system pattern, riverside space and aquatic ecology are sorted out. With reference to the eco-clean small watershed construction requirements of Shanghai, a governance performance evaluation system is established, consisting of three dimensions and six indicators of water system configuration and water surface scale, water space and aquatic ecology. On this basis, the effects of engineering measures such as river dredging, water system connectivity, ecological revetment, aquatic ecological restoration and water clarity enhancement are analyzed together with a long-term and stable operation and management mechanism. The results show that the compliance rate of river-lake area, the ecological protection ratio of the water system, and water quality and aquatic vegetation conditions are all significantly improved, indicating good comprehensive management of the small-watershed scale. The research result shows that this evaluation system and the integrated engineering-management model can provide a reference for the construction of urban eco-clean small watersheds.

Keywords: urban river; urban river management; water ecology; ecological clean small watersheds; engineering management

0 引 言

在长三角一体化和上海市建设“人民城市”的背景下, 城市建成区内中小河道逐渐由单一行洪排涝通道, 转变为兼顾防洪安全、水环境改善、水生态修复与生活品质提升的综合载体。国外关于城市河流

与小流域治理的研究主要集中在河流生态修复和雨洪管理 2 个方向: Bernhardt 等^[1]通过大量城市河流修复案例分析指出, 断面整治、河岸稳定和植被恢复等措施虽能在河段尺度改善局部形态与栖息地条件, 但普遍存在监测和成效量化不足、难以支撑流域尺度综合治理的问题; Walsh 等^[2]提出“urban stream syndrome”概念, 从水文过程、水质和生态结构等方面揭示城市化对河流的系统性影响, 但相关研究多停留在机理诊断和原则性对策层面。Fletcher 等^[3-4]对

收稿日期: 2026-01-08

作者简介: 吴嫵(1985—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事水利建设管理工作。

城市水文变化及低影响开发(low impact development, LID)措施的水量水质效益开展系统评述,认为既有成果主要集中于单体设施或小汇水区的性能评价,流域尺度综合效应和长期运行表现仍存在较大不确定性,对在高密度建成区以小流域为单元统筹工程措施与运行管理关注相对有限。

在我国,“生态清洁小流域”概念被水利行业提出并逐步作为统筹水环境治理、水土保持与国土空间整治的重要实施单元。刘正茂^[5]从上海市小流域总体布局、类型划分和评价指标等方面进行系统梳理,提出通过 5 大类治理措施将上海市建设成高品质生态清洁小流域,但研究侧重市域层面的顶层设计和制度安排。陈虹^[6]在梳理上海市 151 个生态清洁小流域类型分布的基础上,指出都市宜居型小流域以水环境质量和水景观品质为建设重点,并以企业园区为对象,探讨源头减排与景观一体化的生态提升路径,研究对象偏向局部开发地块。魏源源^[7]从韧性城市视角出发,将河湖水质提升界定为生态清洁小流域治理最具挑战的任务,针对水质波动、面源污染和运营管理欠缺等问题,构建“都市水镜”和“生态高标准种养农田”两类水质提升治理模式,更侧重水质与污染控制维度。王兆^[8]以上海市青浦新城中央商务区为例,梳理都市宜居型生态清洁小流域的治理重点和现状问题,提出分区布局和河道疏浚、生态护岸、水生态修复、景观提升及长效管护机制等建设模式。哈欢^[9]则从全域土地综合整治视角,总结上海市生态清洁小流域建设中非规划保留河道整治缺乏规划依据、永久基本农田补划难、滨水空间用地难以落实和部门协同推进不足等制约因素,提出优化水系布局、空间复合利用和依托全域土地整治平台统筹推进等思路。总体而言,上述研究从市域总体方案、水质提升模式、都市宜居型片区实践和制度与空间保障等不同层面对生态清洁小流域开展了有益探索,但在超大城市建成区内,以“都市宜居型生态清洁小流域”为实施单元,系统构建兼顾水系格局与水面规模、水空间和水生态的简化评价体系,并与具体工程配置和长期稳定运行管理机制一体化衔接的研究仍相对不足。

针对上述问题,本文以上海市宝山区庙行镇都市宜居型生态清洁小流域东片区(见图 1)为研究对象,在梳理水系格局、河岸空间与水生态主要问题的基础上,参考上海市生态清洁小流域建设要求,构建由水系格局与水面规模、水空间、水生态三维 6 指标

组成的小流域治理成效评价体系,将市级“生态清洁小流域”概念及其控制性指标细化、转化为建成区小流域层面的可操作评价框架;在此基础上,从水系连通与河道疏浚、生态护岸与滨岸空间营造、水生态修复与水体清澈度提升 3 个方面构建工程体系,并与长期稳定的运行管理机制相衔接。



图1 庙行镇地理位置示意图

相比既有研究,本文研究的创新性在于:以生态清洁小流域作为城市建成区河道整治与管理的基本单元,提出三维 6 指标的简化评价体系,并在具体工程实践中构建工程、管理一体化整治模式,为都市落地实施宜居型生态清洁小流域提供具有可复制性的技术路径。具体技术路径如图 2 所示。

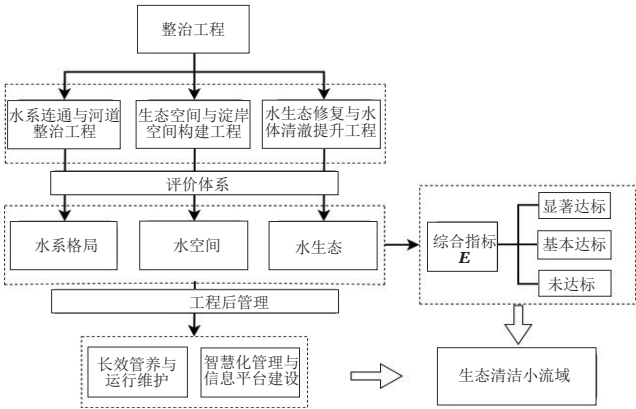


图2 技术路线图

1 工程区概况与问题诊断

1.1 区域与水系概况

庙行镇位于宝山区中南部,东与张庙街道、高境

镇相邻,南与中心城区相接,西与大场镇相连,北隔蕴藻浜与顾村镇、杨行镇相望。镇域面积约为 5.96 km²,交通条件优越,属于重要的居住与商贸功能区。同时该镇河网密度较高,河道总长度约 12.38 km,小流域面积约为 2.23 km²,现状水面率约 5.54%。庙行镇现状水系见图 3。



图 3 庙行镇现状水系图

根据宝山区生态清洁小流域建设规划与庙行镇实施方案,东片区治理单元包含场北村和野桥村等区域。本期工程整治花园宅河、庙行北杨河、泥城港、段浦、李孙河、孙家湾宅河和场北围场河 7 条河道,河道轴线总长度约 4.514 km,同时包含了区管河、镇管河及村管河。

1.2 现状分析与治理需求

东片区治理单元河道周边道路、居民区、工业企业与绿地沿河分布复杂,具有典型的超大城市边缘地带居住空间与产业空间混融的特征。部分河道周边已实施截污纳管改造,但内源污染和外源面源污染负荷仍然突出。花园宅河、泥城港、场北围场河等受沿线开发建设影响,普遍存在边坡坍塌、护岸老化及水体封闭等问题。孙家湾宅河西段为断头浜,与李孙河仅通过管涵连通,水系沟通不畅;泥城港现状钢筋混凝土挡墙碳化严重,局部墙前坡面坍塌,生态性较差;庙行北杨河部分河段木桩护岸腐烂、土体裸露;花园宅河虽已整治,但浆砌块石挡墙高程偏高,岸坡硬质比重大,生态与景观效果不足;场北围场河护岸露白严重;李孙河河道淤积,水力条件差。

综合现状调查,工程区主要面临以下几方面问题与治理需求。

1.2.1 水环境与水生态问题

多条河道为半封闭或封闭水体,水动力条件差,内源污染与外源面源污染叠加,溶解氧偏低、生物多样性低、自净能力弱,需要通过水系连通、水生态修复等措施改善水环境和水生态状况。

1.2.2 空间景观不足

岸线形态受制于既有硬质挡墙,河岸空间与居民社区、公园绿地衔接不足,岸坡绿化以单一草坪为主,亲水性和景观层次较弱,需要通过生态护岸和滨水空间优化提升景观与可达性。

1.2.3 工程后管理薄弱

河道管理单位呈分级管理格局,管养边界复杂;部分河道虽完成整治,但例行巡查、维护经费和信息化管理水平仍有提升空间,不利于长效保持治理成果,需要在现有权属和管理体制基础上完善运行管理机制。

基于上述现状与问题,工程需在满足现行防洪排涝标准的前提下,通过河道整治、空间构建、生态修复以及工程管理等,统筹实现都市宜居型生态清洁小流域的综合治理目标。

2 生态清洁小流域理论背景及评价体系构建

2.1 生态清洁小流域的理论背景

生态清洁小流域是在小流域综合治理的基础上,统筹水环境治理、水生态修复和人居环境改善的综合治理单元,以自然汇水边界为基本范围,通过控源减排、河网整治、生态护岸、水生植被与湿地构建等措施,实现小流域“河湖通畅、生态健康、清洁美丽、人水和谐”的目标。

2.2 生态清洁小流域治理成效评价体系构建

为与上海市生态清洁小流域建设总体思路保持一致,本研究在参考上海市都市宜居型生态清洁小流域相关评价指标的基础上,结合庙行镇东片区的主要问题和本工程的整治重点,从水质、污染控制、河湖面积等指标中筛选出与本工程关联度高、且能直接反映治理成效的要素,重构为“水系格局、水空间、水生态”三个维度,共 6 个核心指标。其中,水系格局维度包括河湖面积达标率、水系连通度,水空间维度包括水系生态防护比例、河岸带植被覆盖度,水生态维度包括水质达标率、水生植被覆盖度,具体见表 1。

表 1 庙行镇东片区生态清洁小流域治理效果评价指标体系及权重

层次	指标编号	指标名称	指标含义	所属维度	权重
目标层	E	生态清洁小流域治理综合指数	反应小流域整体治理成效的综合指标	—	1.00
	I_1	河湖面积达标率	实际水面面积/规划控制水面面积	水系格局	0.25
	I_2	水系连通度	满足水力连通要求的河道长度/小流域河道总长度		0.15
指标层	I_3	水系生态防护比例	生态护岸、生态缓冲带岸线长度/河道总岸线长度	水空间	0.15
	I_4	河岸带植被覆盖度	河岸一定宽度范围内绿化与自然植被面积/该范围总面积		0.15
	I_5	水质达标率	达到Ⅳ类及以上水质监测断面长度/全部监测断面长度	水生态	0.15
	I_6	水生植被覆盖度	评价河段内水生植物覆盖面积/水面面积		0.15

权重设置方面按照本工程的实际建设重点,通过专家咨询和层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)自行确定:首先邀请熟悉区域情况的规划、水利、水生态和管理等方面的技术人员,对各指标的相对重要性进行打分;在此基础上构建判断矩阵,进行一致性检验后得到各指标的相对权重,并归一化处理。

综合指数 E 的计算采用加权求和形式:

$$E = \sum_{i=1}^6 w_i \times S_i$$

(1)

式中: w_i 为第 i 个指标的权重; S_i 为对应指标经无量纲化处理后的得分。根据综合指数大小,可将治理效果划分为若干等级(按 $E \geq 0.80$ 为“显著达标”、 $0.60 \sim 0.80$ 为“基本达标”、 $E < 0.60$ 为“未达标”划分),并与工程建设目标对照,用于支撑后续的目标可达性分析。

3 生态清洁小流域建设方案研究

庙行镇东片区 7 条河道在功能定位和现状问题上差异较大,可概括为:以庙行北杨河、李孙河为代表的骨干行洪及水系连通型河道,以花园宅河、泥城港、场北围场河为代表的存量硬质护岸改造河道,以及以段浦、孙家湾宅河为代表的景观生态提升和清澈度试点河道。表 2 对各河道现状问题、整治类型及关键技术措施进行了对应梳理,在满足防洪安全与控制性指标的前提下,差异化的工程组合兼顾生态与经济性。

表 2 庙行镇东片区各河道现状类型与主要整治技术对应表

河道	主要现状问题	整治类型	关键技术措施(摘要)
花园宅河	硬质挡墙高程偏高、生态性差	疏浚+局部拓宽+生态改造	分段疏浚,南岸拓宽,生态叠石护岸+滨岸绿化
庙行北杨河	木桩护岸老化、水动力一般	护岸改建+清澈度试点+疏浚	疏浚扩断面,护岸改建,循环水泵,河口湿地+沉水植物
泥城港	混凝土挡墙老化坍塌、生态性差	护岸加固+生态化+疏浚	分段疏浚,挡墙加固/改造,岸顶绿化
段浦	水生态与景观较差	景观生态提升	保持现状断面,岸带绿化,局部生态岸带
李孙河	河道淤积,行洪能力不足	疏浚	分段疏浚,保留现状护岸,完善岸线绿化
孙家湾宅河	断头浜、连通性差,护岸设防不足	断头浜连通+清澈度试点+疏浚	打通与李孙河,疏浚,护岸改建,循环水泵,河口湿地/生态软围隔
场北围场河	护岸高程不足,露白严重,生态性较差	护岸加固+生态提升+疏浚	疏浚,护岸加高或改建,岸顶绿化

3.1 水系连通与河道整治工程

水系连通与河道整治主要针对河湖面积不足、水系不畅和行洪能力不足等问题。本期工程对花园宅河、庙行北杨河、泥城港、李孙河、孙家湾宅河和场北围场河实施分段疏浚,总疏浚土方约 12 287.99 m³,按整治河长折算,平均过流断面面积增加约 17%。段浦现状河宽、水深及水动力条件较好,不再进行大规模清淤,仅在局部配合岸线整治做小范围整修,从技术经济上避免无效工程量。

在水系连通方面,重点解决孙家湾宅河断头浜和局部封闭水体问题,通过拆除原有 600 mm 管涵等阻水构筑物,打通与李孙河的水力通道,配合疏浚和循环水泵布置,提高河段更新能力。庙行北杨河则在疏浚基础上设置推流与循环设施,兼顾骨干行洪与水体清澈度提升试点的双重目标。相比全线统一加大断面、增加闸泵的高投资方案,本期工程通过根据问题严重程度的分级做法,在保证整体防洪与水面率指标达标的前提下,控制了单位河长投资。以上目标达成同时,完成新增河湖面积 3 007 m²,新增调蓄库容 2 369 m³,新增槽蓄量 12 116 m^[3, 10-11]。

3.2 生态护岸与滨岸空间构建

生态护岸与滨岸空间构建是提升水系生态防护比例和滨水环境质量的核心内容。现状调查表明,孙家湾宅河、庙行北杨河、场北围场河等河段存在护岸设防高程不足、露白严重或木桩腐烂的问题,泥城港部分混凝土挡墙碳化、坡面坍塌,

花园宅河南岸直立挡墙高而硬,生态性差。

对应地,本期工程优先在病险护岸集中的河段实施改建:孙家湾宅河、庙行北杨河和场北围场河采用生态叠石挡墙(见图4)、自然缓坡和生态袋护坡等方式,满足防洪高程的同时预留植被带;泥城港则在加固老旧挡墙的基础上局部改建为生态驳岸。



图4 生态叠石护岸示意图

花园宅河南岸因需拓宽河口并改善景观,采用“拓宽+生态护岸”的方式整体调整断面,而泵闸邻近结构完好的挡墙予以保留,仅通过绿化和小品提升景观。李孙河两岸护岸结构整体稳定,本期主要通过疏浚和绿化完善提升安全与景观,不作大规模结构调整。总体来看,在护岸工程上采取问题导向的技术经济策略:对病险严重、影响防洪和安全的河段进行刚性改建并叠加生态措施,对结构良好但生态性不足的河段以软性绿化、亲水空间营造为主^[12-13]。

3.3 水生态修复与水体清澈度提升工程

都市宜居型生态清洁小流域的水质控制目标为整体达到并稳定维持地表水Ⅳ类及以上,依据《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)^[14],结合庙行镇指标现状,Ⅳ类及以上仅为61.5%。

本工程拟将庙行北杨河、段浦和孙家湾宅河作为水体清澈度提升试点,目标是在非汛期实现水体透明度不低于80 cm或清澈见底。在这些河段,通过河口湿地、原位净化湿地和生态软围隔削减上游来水中大颗粒悬浮物,使SS降至20 mg/L以下;同时分段恢复矮型苦草、苦草、金鱼藻等沉水植物带,配合推流曝气和循环水泵,利用“水体清澈、沉水植物恢复、悬浮物进一步减少”的正反馈稳定高透明度状态。

对泥城港、李孙河和场北围场河等非试点河段,考虑到水深、水质和河道功能,以疏浚减薄污染底泥和岸带绿化为主,仅在适宜的缓坡和浅滩布置少量挺水或沉水植物,改善水生环境而不过度增加工程和养护成本;水质基础较好的段浦不再增加大体量硬件设施,而是通过岸线绿化与局部生态岸带完善现有生态格局。

4 生态清洁小流域运行管理体系设计

在河道管理方面,既有研究从河长制支撑体系、基于河长制的河道保护管理系统、城市河湖智慧管护以及生态清洁小流域建设问题等不同角度提出了多种管理模式和技术路径^[15-17]。这些研究侧重强调负责的制度安排、信息平台支撑等,但多集中于单个措施的具体行为,或针对单一河道,较少在小流域尺度上,将工程整治方案、控制性指标与运行管理体系紧密耦合。结合上述文献成果以及上海市河道管理相关法规和生态清洁小流域建设指南,并依据庙行镇东片区的实地调研情况,笔者认为庙行生态清洁小流域的运行管理应重点把握3点:一是厘清小流域尺度的权责分工;二是将河湖面积达标率、水系生态防护比例、水质达标率等核心指标嵌入日常巡查、养护、调度和考核之中;三是依托河长制信息平台和智慧水务系统,将小流域管理纳入可视化、可追溯的闭环。基于这一认识,本章在前述工程整治方案基础上,构建庙行镇东片区生态清洁小流域的运行管理体系和具体运维安排。

庙行镇作为都市宜居型生态清洁小流域的重要组成部分,其运行管理的核心在于工程建成后长期稳定实现满足清洁小流域的规划要求。

结合宝山区现行水务管理和河湖长制安排,镇村级河道运行管理按照河道权属,区级部门行业管理,属地负责。庙行镇政府作为小流域养护主体,承担本次工程建设河道的日常运行与养护管理。通过将生态清洁小流域建设的目标纳入河湖长制,既保持了与现有管理框架的衔接性,又突出了小流域单元管理的整体性特征^[18-19]。

4.1 长效管养与运行维护

在运维内容与频次方面,参考水利工程标准化管理相关要求,将庙行生态清洁小流域运维细化为可操作的几类项目:一是日常巡查与保洁,由养护单位和村(居)河道管理员沿河步巡,重点检查漂浮物、非法排污口、违章搭建和护岸安全,原则上工作日每天不少于1次,汛期视水情加密;二是护岸与水工建筑物安全检查,镇级每月组织例行检查,汛前、汛后各开展1次专项安全检查,由区水务部门每年组织1次全面安全复核;三是机电及净化设施运维,对循环水泵、推流曝气、水质净化设施等建立设备台账,按季度开展维护保养和试运行,汛前完成全系统联调;四是水生态与绿化养护,对庙行北杨河、段浦、孙

家湾宅河等试点河段的沉水植物和河口湿地,每年汛前、汛后各组织 1 次联合检查,平时按植被生长情况每月巡查 1 次,必要时补植或清除入侵物种,同时按城市绿化养护标准对岸线植被进行日常养护;五是水质与水位监测,在主要控制断面布设监测点,按月监测溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷等指标,试点河段加测水体透明度,并将监测结果与水质目标和透明度目标对比评估,用于调整调度和优化运维。

4.2 制度与保障

在制度与保障方面,结合《上海市河道管理条例》和水利工程标准化管理要求,庙行生态清洁小流域运行管理需建立以年度运维计划与经费保障、巡查与养护记录及问题闭环管理为核心的制度框架:区水务部门提出年度管护目标,镇政府据此编制含巡查保洁、设施维护、水质监测、水生态养护等内容的年度运维计划,并将经费纳入年度财政预算;并且按项目记录巡查、保洁、维修情况,形成台账,由镇级河长办汇总,区水务部门定期抽查。

4.3 智慧化管理与信息平台建设

引入智慧化管理和信息平台,提高运行管理的实效性和可视化水平。一方面,将庙行镇东片区主要河道纳入现有河长制管理平台和区级水务信息系统,将河道基础信息、巡查记录、水质监测数据、设备运行状态等统一录入;另一方面,利用手机端巡查 APP 或小程序,实现河道管理员在线打卡、问题拍照上报和处理进度跟踪,减少纸质台账,提高问题处置效率。对庙行北杨河、段浦和孙家湾宅河等试点河段,可结合水质自动监测或简易在线透明度观测设备,构建小流域典型断面在线监测自动预警的运行模式,为水质达标率和水体清澈度的持续达标提供数据支撑,使生态清洁小流域的治理成效能够长期稳定保持^[20-23]。

5 生态清洁小流域目标可达性分析

通过工程设计预测,河湖面积达标率(I_1)在疏浚整治中达标率达到 100%,得分为 1.00;水系连通度(I_2)通过打通孙家湾宅河与李孙河断点和在庙行北杨河设置循环水泵得到明显改善,得分 0.85;水系生态防护比例和河岸带植被覆盖度(I_3 、 I_4)依托生态护岸和滨岸绿化有较大提升空间,分别得分 0.8;水质达标率和水生植被覆盖度(I_5 、 I_6)则通过河口湿地、生态软围隔及试点河段水生植物恢复,在设计上具备达到预期目标的条件,得分分别为 1.00 及 0.8。综

合判断,在工程按方案实施并在“区级行业管理、属地负责”的框架下落实后期管养的前提下,庙行镇东片区生态清洁小流域建设综合得分达到 0.89(具体数值见表 3),目标整体上具有显著的可达性。

表 3 庙行镇东片区生态清洁小流域治理综合指数评价表

层次	指标 编号	所属维度	指标名称	权重	分值
指标层	I_1	水系格局	河湖面积达标率	0.25	1.00
	I_2		水系连通度	0.15	0.85
	I_3	水空间	水系生态防护比例	0.15	0.80
	I_4		河岸带植被覆盖度	0.15	0.80
	I_5	水生态	水质达标率	0.15	1.00
	I_6		水生植被覆盖度	0.15	0.80
目标层	E	—	生态清洁小流域治理综合指数	1.00	0.89

6 结 语

研究结果表明,庙行镇都市宜居型生态清洁小流域东片区通过水系连通与河道疏浚、生态护岸与滨岸空间营造及水生态修复与水体清澈度提升等措施,实现小流域综合指数显著达标,河道防洪安全、生态功能和景观品质得到同步提升。

同时本文研究创新性地构建了面向工程实践的“水系格局与水面规模—水空间—水生态”三维 6 指标体系,并将不同类型河道的差异化整治组合与长效运行管理体系衔接,但仍存在指标权重和评分较依赖现阶段资料与专家经验、案例区域类型相对单一等不足。未来将依托运行期持续积累的水文、水质、水生态与运维数据,结合数值模型动态修正指标与权重,并在不同地区和不同功能类型的小流域中开展对比应用,以进一步检验和完善本文提出的评价与整治思路。

参考文献:

[1] Bernhardt E S, Palmer M A. Restoring streams in an urbanizing world [J]. Freshwater Biology, 2007, 52(4): 738-751.

[2] Walsh C J, Roy A H, Feminella J W, et al. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure[J]. Journal of the North American Benthological Society, 2005, 24(3): 706-723.

[3] Fletcher T D, Andrieu H, Hamel P. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: a state of the art[J]. Advances in Water Resources, 2013, 51: 261-279.

[4] Roy A H, Wenger S J, Fletcher T D, et al. Impediments and solutions to sustainable, watershed-scale urban stormwater management: lessons from Australia and the United States[J]. Environmental Management, 2008, 42(2): 344-359.

[5] 刘正茂. 基于上海市生态清洁小流域建设的思考[J]. 净水技术, 2021, 40(增刊 2): 55-60.

[6] 陈虹. 上海都市宜居型清洁小流域生态提升探究[J]. 资源节约与

环保, 2023(8): 26-29.

[7] 魏源源, 黄瑾, 姜莉, 等. 上海市生态清洁小流域水质提升治理模式探究[J]. 中国市政工程, 2025(2): 58-62.

[8] 王兆, 童新华. 上海市青浦新城中央商务区生态清洁小流域建设模式探讨[J]. 水利水电快报, 2025, 46(增刊1): 133-137.

[9] 哈欢. 全域土地综合整治背景下上海市生态清洁小流域建设思路[J]. 中国水土保持, 2025(4): 26-28.

[10] GB 50707—2011 河道整治设计规范 [S].

[11] GB 50201—2014 防洪标准 [S].

[12] GB 50286—2013 堤防工程设计规范 [S].

[13] SL 386—2007 水利水电工程边坡设计规范 [S].

[14] GB 3838—2002 地表水环境质量标准 [S].

[15] 于恒飞, 宋立松, 程海洋. 基于河长制的河道保护管理系统设计与实施[J]. 排灌机械工程学报, 2016, 34(7): 608-614.

[16] 左其亭, 韩春华, 韩春辉, 等. 河长制理论基础及支撑体系研究[J]. 人民黄河, 2017, 39(6): 1-6.

[17] 李文晶. 河长制推行下城市河道治理和管护分析[J]. 新农业, 2021(6): 20.

[18] 陈健, 刘小勇, 尹宏伟, 等. 关于河湖长制背景下智慧河湖建设的认识与思考[J]. 水利发展研究, 2022, 22(10): 111-115.

[19] 袁楠, 闫长位, 姚亮. 多终端协同的河长制信息系统实现[J]. 水利建设与管理, 2021(9): 66-70.

[20] 朱菲. 基于无人机遥感的河长制管理模式研究[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(8): 43-47.

[21] 于佳彤. 简析基于云服务的河湖长制综合信息管理平台设计[J]. 当代水利水电, 2020, 2(6): 43-47.

[22] 蔡阳, 谢文君, 程益联, 等. 全国水利一张图关键技术研究综述[J]. 水利学报, 2020(6): 685-694.

[23] 张细兵, 涂声亮. 河湖管理范围划定相关要求与若干问题思考[J]. 水利水电快报, 2023, 44(1): 34-38.

(上接第 340 页)

可为同类大型地下构筑物顶板防排水设计提供技术参考。

(3)以海绵城市为导向,采用下凹式绿地、雨水花园、植草沟等低影响开发设施,可稳定实现年径流总量控制率 86%、TSS 去除率 50% 的设计目标;将景观水系与雨水行洪、调蓄功能相结合,实现“一渠多用”,显著减少管网工程量,兼具生态效益、景观效果与经济性。

(4)项目竖向设计顺应地形、土方平衡优化、雨污分流清晰、再生水实现景观利用,契合绿色低碳与可持续发展理念,相关设计思路对市政厂区、公园场地、地下构筑物排水及海绵城市设计具有较强的推广与借鉴意义。

参考文献:

[1] 刘世德, 王泽明, 等. 地下式污水处理厂关键节点及设计对策[J]. 地下空间与工程学报, 2021, 17(增刊1): 215-220.

[2] 张天春, 罗媛媛, 张梁. 海绵城市理念在城市公园景观设计中的应用[J]. 山西建筑, 2017, 43(16): 208-209

[3] GB/T 18921—2019 城市污水再生利用 景观环境用水水质 [S].

[4] 苏禹铭. 基于数据驱动的三峡水库支流藻类动态变化因果关系定量研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2025.

[5] 李锦秀, 禹雪中, 幸治国. 三峡库区支流富营养化模型开发研究[J]. 水科学进展, 2005, 16(6): 777-783.

[6] GB/T 18920—2020 城市污水再生利用城市杂用水水质 [S].

[7] Smith W D, Islam M, Furst E K, et al. Chlorine taste can increase simulated exposure to both fecal contamination and disinfection byproducts in water supplies[J]. Water Research, 2021, 207: 117806.

[8] 蒋文清. 流速对水体富营养化的影响研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2009.

[9] GB 50014—2021 室外排水设计标准 [S].

[10] 14J206 种植屋面建筑构造 [S].

[11] 吴晓瑜. 某大型组团式综合建筑给排水设计探讨[J]. 中国给水排水, 2017, 33(16): 48-54.

[12] 杨晓宇. 景观给排水设计技术措施的探讨——以福州市东部新城商务办公中心景观工程为例[J]. 福建建设科技, 2014(3): 82-84.

[13] 宋闯, 杨正平, 等. 地下室顶板防水、排水系统的优化结合应用[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(22): 111-114.

[14] 韩丽莉, 单进. 种植屋面设计与施工配套技术及要点解析[J]. 中国建筑防水, 2015(3): 22-26.

[15] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[Z]. 2014.

[16] GB 50400—2016 建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范 [S].