城市河道水环境治理施工技术及质量控制研究

刘玉堂[1] 王学猛[2] 巨 星[3] 任泽俭[3]
1. 山东大禹水务建设集团有限公司 山东 济南 250100
2. 枣庄市峄城区城乡水务局 山东 枣庄 277399
3. 山东润鲁工程咨询集团有限公司 山东 济南 250102

摘 要：为破解城市河道治理重设计轻施工、重结构轻细节引发的返工频发、生态长效不足等问题，本文依托城区河道治理工程实践，采用工序拆解、现场实测与分级验收相结合的研究方法，梳理围堰导流、环保清淤、柔性护岸、水生植被营建四类核心施工工艺，搭建分段围封、低扰动作业、生态核验的成套工艺链条，构建进场核验、旁站监督、数字留痕的全过程质控体系。研究证实该模式可优化施工偏差管控效果，强化植被群落存续稳定性，提升隐蔽工程施工质量，长效改善河道水体状态。结果表明，将质量管控贯穿水文、岩土、生态交叉工序，能够推动河道治理从工程成型转向生态长效运行，可为同类城区中小河道施工管控提供实操参考。

关键词：城市河道；水环境治理；施工技术；质量控制；生态护岸

引言：当前城市河道治理逐步转向水安全、水环境、水生态协同修复模式，但施工环节仍是成效落地的薄弱环节。现有研究多侧重工艺选型与后期运维，对城区狭小空间内多工序穿插的公差管控探讨不足，常出现底泥扰动、围堰渗漏等问题。本文依托工程实操复盘，将各类单项设备整合为连贯作业链条，搭建以低扰动、可核验、生态长效为导向的质控框架，厘清工序排布、施工偏差与生态效果的内在关联，拓展质量验收的生态评价维度，为城区中小型河道施工管控提供实操参考。

1 城区河道治理的施工总体策划

1.1 受限空间下的工序排布逻辑

城区河道作业空间狭窄、施工断点分散，不适用传统规模化流水施工模式。为适配城区场地约束，整体施工采用分段围封、单向推进、工序集成的精细化作业模式，将河道划分为若干独立施工单元，压缩单段施工周期，避免岸坡长期裸露产生次生病害。施工全过程遵循固定时序原则，严格执行先地下后水上、先基础后表层、先结构施工后生态修复的作业逻辑，杜绝工序倒置引发的质量隐患。通过打包整合导流引流、环保清淤、护岸基础施工、坡面结构砌筑、水生植被种植等核心工序，实现各施工单元闭环作业，有效规避多工种交叉施工的相互干扰，持续保障岸坡结构稳定与河道水体稳定[1]。

1.2 围堰导流与水体保护的协同

围堰导流是城区河道施工水体保护的核心工序，核心作用在于隔离施工区域与自然河道，阻隔施工浊水扩散，减少全域水体扰动。工程采用复合式围护结构，通过密封处理提升围堰防渗性能，搭配合规导流方式控制水流流速，避免水流冲刷扰动原生底泥。针对城区居民区密集区段，优化沉桩施工工艺，采用低扰动施工方式降低施工噪音与振动影响，适配城区人居环境要求。通过围堰与导流体系的协同布设，实现施工区域水体独立管控，从源头减少施工作业对周边水环境的持续性干扰。

1.3 施工期水质红线与应急预留

施工全过程建立常态化水质管控机制，提前布设监测断面掌握水体基础状态，严格管控施工废水、作业污水排放路径，杜绝各类施工污水直排河道。各施工单元配套简易污水处理设施，对施工产生的浊水进行沉淀净化处理，水质达标后再完成排水作业。同时结合城区天气多变、施工干扰因素复杂的特点，预留弹性工期作为应急缓冲时段，专门用于应对极端天气、工序整改、隐患处置等突发情况，杜绝盲目抢工造成工艺疏漏与质量缺陷，保障整体施工质量与治理效果稳定可控。

2 核心分项工程施工技术要点

2.1 环保清淤与淤泥闭环处置

传统干挖清淤易造成水体扬尘、底泥大范围扰动，主航道区域优先选用环保绞吸船开展作业，调控绞刀运转速率并控制吸泥口与河床的竖向距离，预留原状土层起到护底作用，降低清淤对底栖生物栖息环境的破坏。临近岸线浅水区域采用人工配合小型机械的作业模式，桩基周边划定机械禁挖范围，依靠人工精细化修整规避桩基周边土体塌陷风险。清理出的淤泥通过密闭管道输送至岸边脱水站点，借助物理脱水工艺降低淤泥含水率，再依据污染程度分类处置：污染程度较轻的淤泥资源化加工为种植营养土或路基填充材料，污染超标的淤

泥转运至合规场所专项处理。淤泥转运全过程依托定位设备留存流转台账，从流程层面杜绝随意倾倒问题[2]。

2.2 生态护岸的柔性结构施工

摒弃整体性硬质挡墙的建设思路，采用多层级柔性断面构筑生态护岸体系。格宾石笼选用防腐合金网材装填级配块石，网箱分层错缝叠放，压实完成后在缝隙覆土栽植水生草本植物；生态袋选用抗老化透水织物装填混合种植基质，搭配保水物料提升水肥留存能力，使用专用固件固定袋体，严控坡面叠砌规整度。护岸基础埋设位置置于枯水位以下，减弱季节冻胀作用对结构的顶推破坏。坡面预留一定比例的缝隙空间作为植物生长区域，为根系延伸预留通道，避免结构密闭度过高导致岸坡生态功能失效。

2.3 底质改良与水生植被构建

清淤作业结束后，在河床表层铺设改性物料薄层钝化内源污染物，降低底泥养分向上覆水体释放的速率。依照水域深浅分区栽植不同类型水生植物，沉水植物布置于深水区域，挺水植物沿水位消落带排布；栽植前借助网格工具定点定位，减少植株漂浮移位现象。植被栽植后设置专属养护周期，水体透明度不满足沉水植物生长条件时暂缓栽植作业，先投放浮游生物调控藻类密度[3]。水生植被承担水质净化的功能属性，养护期满后成活率不达标的区段及时补植，并顺延养护周期保障群落稳定存续。

2.4 橡胶坝及补水设施安装精度

橡胶坝安装严控锚固构件布设偏差，以清水作为试压介质开展充胀承压测试，联动液位监测设备与截流设施实现汛期工况自动调控。坝体下游修筑消能构造，消减下泄水流动能，防止水流持续冲刷掏空河床基底。设施竣工后分三种蓄水状态观测渗漏情况，若渗水量超出预期便及时修整锚固密封部位。补水配套设施同步调试联动逻辑，保障常态补水、汛期泄水两种工况平稳切换，夯实河道水量动态调控的硬件基础。

3 施工全过程质量控制机制

3.1 原材料与设备进场双检

水泥、土工合成材料、格宾构件、水生种苗及作业机械统一执行双层核验模式，先由施工班组开展外观、规格、基础性能自检，再以见证核验形式复核核心指标。土工膜重点查验接缝结合强度与防渗均匀度，水生种苗同步核验生长健康状态与配套检疫资料；清淤定位类机械定期校准空间定位精度，超出校准有效期的设备禁止进场作业。核验判定不合格的物资即刻封存退场，全过程留存影像资料并录入专项台账，对多次输送劣质物料的供货方形成约束，从物资源头消除基础性质量隐患[4]。同时规范进场物料分区存放方式，土工材料避光防潮堆放、种苗保湿养护，避免仓储环节出现性能衰减，保障投入施工的物料始终处于合格状态。

3.2 关键工序旁站与三检闭环

清淤高程管控、围堰闭水试验、护岸回填压实、坝袋锚固安装四类高风险工序安排专职人员全程旁站监督，实时记录作业参数、机具状态与现场工况。严格落实班组自检、项目部复检、第三方终检的三级检验流程，依托工序扫码挂牌机制划分工序边界，上一道工序验收通过、二维码标记合格后，方可启动后续施工。隐蔽工程覆盖前采集三维影像完整存档，留存基底原貌、填筑层次等细节信息，杜绝覆土后无法复核的问题[5]。若现场检出压实不足、缝隙填充不实等缺陷，即刻叫停后续工序开展返工处置，不在隐患表层覆盖施工，避免结构病害在运营阶段集中爆发。

3.3 公差控制与生态指标绑定

将生态适配要求嵌入施工公差管理体系，针对清淤高程、护岸顶面平整度、植株布设间距、砌体顺直度划定允许偏差区间。现场实测数值超出公差范围时，除常规整改作业外，同步研判偏差对水生植物定植扎根、底栖生物栖息空间的负面影响，形成分析记录留存归档。质量评判不再局限于建材力学性能，同步观测底泥扰动幅度、岸坡根系延展空间、水工设施运行平稳程度，以水域生态的实际反馈反向约束现场作业精度。例如清淤预留原状土层厚度、护岸缝隙占比等参数，均结合植被生长需求动态微调，实现结构施工公差与生态存续需求相互匹配。

3.4 智慧留痕与分户式档案

借助周期性无人机航拍对比不同时段岸坡位移变化，淤泥转运车辆搭载称重与视频采集装置记录运输全程，所有检测数据、影像资料统一归集至河道专属数字化档案平台。档案按河段分区建立分户台账，逐条登记清淤作业时段、淤泥转运去向、种苗批次信息、各环节验收人员，实现全流程节点可追溯。工程竣工交付同步移交整套数字化档案，后期运维阶段可调取各工序原始记录，对照病害表现精准定位问题成因。数字档案还可对接后续水质监测数据，对比施工参数与长期水环境变化的关联规律，为同类城区河道治理的质量管控优化积累实操依据。

4 工程实效与施工经验提炼

4.1 水质与结构成效反馈

本次治理摒弃传统粗放施工模式，以精细化工序管

控、低扰动作业、生态化适配施工为核心，全方位改善河道综合工况。水环境层面，河道内源污染得到有效遏制，水体富营养化问题显著缓解，水体通透度持续提升，水生植被群落逐步稳定恢复，河道自然自净能力稳步增强，整体水环境状态实现根本性改善。结构运行层面，围堰导流防渗体系工况稳定，全程无渗漏、水体扰动扩散等问题。柔性生态护岸结构整体性良好，未出现滑移、鼓包、不均匀沉降等结构病害，岸坡整体平顺稳固。实践表明，将毫米级施工公差管控、低扰动作业标准贯穿施工全程，能够有效兼顾水工结构稳定性与水生态修复长效性，破解传统治理工程结构达标、生态失效的普遍问题[6]。

4.2 可复制的施工创新点

结合城区河道施工空间受限、工况复杂、生态要求高的核心痛点，本次工程优化形成多项低成本、高适配、易推广的现场施工创新方法，无需大型专用设备即可落地应用。创新将生态成活指标前置为施工刚性控制参数，反向指导前置工序施工标准，依据水生植物定植、根系生长及底栖生物栖息需求，精准界定河道原状土层保留厚度、护岸生态缝隙预留尺寸，实现土建施工与生态修复参数精准匹配。统筹淤泥处置与护岸施工工序，整合淤泥脱水、资源改性、坡面填料作业流程，实现工序衔接一体化，缩减物料转运频次，有效降低施工扬尘与工程运维成本。整合水工设施试压校验、设备调试、管网联动检测同类工序，合并重复性作业环节，在严格保障施工精度与设备运行稳定性的前提下，精简施工流程、压缩施工工期，高度适配城区工程工期紧凑、作业受限的施工特点。

4.3 常见质量隐患溯源

通过全施工周期工序复盘与质量问题汇总分析，现场绝大多数质量隐患并非技术体系缺陷导致，而是标准化工艺落地不到位、现场精细化管控缺失所致。现场作业人员习惯性依托传统施工经验作业，未严格执行标准化工艺参数，易引发清淤深度偏差超标、河床基底过度扰动、原生生态结构破坏等问题。施工辅材、配套耗材随意替换，以非标材料替代专用生态建材，会大幅降低生态护岸的抗老化、透水透气性能，长期运行易出现结构破损、生态功能退化等隐患。回填施工环节材料管控不严，混入劣质杂料、建筑垃圾，会造成基底压实度不均，埋下后期岸坡沉降、坡面变形的隐性病害。由此可见，严格落实标准化施工工艺、严控主材辅材品质、规范工序参数执行，是杜绝重复性质量缺陷、保障河道治理工程长效品质的核心举措。

结束语

本文围绕城区河道水环境治理的施工难点，构建适配受限作业空间的成套施工工艺与全流程质量管控体系，形成低扰动施工、生态适配、闭环核验的一体化治理模式。研究明确，精细化工序公差管控与淤泥资源化闭环处置，是兼顾水工结构稳定与水生态长效修复的核心关键，突破了传统治理重结构、轻生态、重完工、轻长效的短板。同时梳理现场施工创新方法与质量隐患诱因，可为同类工程施工优化提供参考。

参考文献

[1]徐存思.肥西县派河支流水环境整治工程中河道清淤施工技术与质量控制研究[J].生态与资源,2026,(3):187-189.

[2]赵晓辉,李正.东营市中心城区河道水环境综合治理探讨[J].山东水利,2021,(8):70-71+74.

[3]刘忠亮,闫帅.小清河东营段防洪综合治理工程实施及效益分析[J].山东水利,2023,(12):55-56+59.

[4]张平,任泽俭.邹平市孝妇河存在问题及综合治理对策[J].山东水利,2022,(7):63-65.

[5]陈祥宇.城市水环境变化及城市雨水蓄用方法探讨[J].山东水利,2021,(10):10-11.

[6]董洪良.水利工程施工中生态工程施工技术[J].冶金管理,2022,(1):124-126.