

团 体 标 准

T/ZS XXXX—XXXX

河湖生态修复工程建设与维护技术规范

Technical specification for construction and maintenance of river-lake ecosystem
restoration engineering

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

浙江省产品与工程标准化协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总体要求.....	1
5 修复工程前期调查.....	2
6 修复技术.....	2
6.1 泵站出水控污技术.....	2
6.2 微生物修复技术.....	2
6.3 曝气复氧技术.....	2
6.4 水生动植物修复技术.....	2
6.5 本土微生物培养富集技术.....	3
6.6 底泥锁定技术.....	3
6.7 排污口处理技术.....	3
6.8 生态护岸修复技术.....	3
7 养护技术.....	4
7.1 水生动植物养护.....	4
7.2 水质维护.....	4
8 日常监测.....	5
8.1 概述.....	5
8.2 人类活动管理.....	5
8.3 生境监测.....	5
8.4 生物调查.....	6
9 应急处置.....	6
9.1 概述.....	6
9.2 自然因素.....	6
9.3 社会因素.....	6
9.4 设备因素.....	6
9.5 管理因素.....	6
10 评估与监督.....	7
10.1 评估.....	7
10.2 监督.....	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由浙江省产品与工程标准化协会提出。

本文件由浙江省产品与工程标准化协会归口。

本文件起草单位：浙江绿凯环保科技股份有限公司

本文件主要起草人：

河湖生态修复工程建设与维护技术规范

1 范围

本文件规定了河湖生态修复工程运行与维护的术语和定义、总体要求、修复工程前期调查、修复技术、养护技术、日常监测、应急处置、评估与监督等内容。

本文件适用于开展河湖生态修复工程建设与维护的技术机构。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50707 河道整治设计规范
SL 58 水文测量规范
SL 219 水环境监测规范
SL 257 水道观测规范
SL 383 河道演变勘测调查规范
SL 709 河湖生态修复与保护规划编制导则
SL/T 800 河湖生态系统保护与修复工程技术导则
HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
HJ 91.1 污水监测技术规范
HJ 494 水质采样技术指导
HJ 495 水质. 采样方案设计技术规定
HJ 596（所有部分） 水质 词汇
HJ 710（所有部分） 生物多样性观测技术导则
SC/T 9102.3 渔业生态环境监测规范

3 术语和定义

HJ 596（所有部分）、SL 709界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

河湖生态系统 aquatic ecosystem

自然生态系统中由河流、湖泊等水域及其滨河、滨湖地带组成的生态子系统，其水域空间和水、陆生物群落交错带是水生等生物群落的重要生境。

[来源：SL 709-2015，2.0.1]

3.2

河湖生态修复工程建设与维护 construction and maintenance of river-lake ecosystem restoration engineering

为保护与修复河湖生态系统，实现良性循环，达到防控污染、净化水质、提升环境等目标，开展一系列施工作业，围绕水质水量、水生动植物、附属建（构）筑物及相关设施设备采取的操作、维护与管理。

4 总体要求

4.1 建设与维护应由专业团队实施，将水生态系统保护纳入河湖常态化运行与维护管理，有条件时应设立水生态系统运行与维护管理部门，并从人员配置、资金支持等方面予以保障。

4.2 专业团队应建立健全运行与维护制度，落实工程建设与设施维护责任制，加强人员管理培训。

4.3 专业团队应与工程委托方协商、确定施工项目管理服务的内容、程序及成果。

5 修复工程前期调查

按SL 800的要求开展河湖生态系统修改工程前期调查，应包括水文水资源、水质状况、河湖地貌、生物状况、社会经济及历史文化，并作出综合评价。

6 修复技术

6.1 泵站出水控污技术

- 6.1.1 应利用生态浮岛技术与生物膜技术相结合，在生态浮岛下设置生物填料，综合考虑水质净化、景观提升与植物的气候适应性。
- 6.1.2 复合生态浮床应吸收利用水体中一部分的氨氮和硝态氮来满足自身生长的需要。氨氮在生物接触氧化池中的去除可分为生物膜吸附和生物硝化降解两个阶段，在较短的时间内，水中的氨氮先与生物膜接触并被其吸附，随后发生生物硝化过程；通过硝化菌的硝化作用去除亚硝酸氮。
- 6.1.3 应依靠填料以及植物根系的截留及沉淀作用去除颗粒型磷；依靠附着在填料、植物根部的聚磷菌和浮床植物的吸收作为自身生长所需的营养物质去除溶解性磷。
- 6.1.4 应依靠填料以及植物根部的截滤作用去除复合浮床系统对浊度，并结合填料上生物膜的吸附、附着；微生物的氧化分解，生物絮凝沉淀；填料和植物根系的截留等方法去除藻类。
- 6.1.5 应在各泵站口设置在线监测系统，实时监测泵站放江情况。在线监测系统应具有获得连续的在线监测数据的能力，包括水位、流量和压力等数据，发生异常情况时，向各类终端自动报警，便于维护人员及时作出应对措施。

6.2 微生物修复技术

- 6.2.1 应根据河道的污染情况，在治理水域投放不同微生物制剂的组合。
- 6.2.2 投洒前应确保施工现场有满足施工需要的足够数量微生物制剂，投洒过程中配备专业技术人员和专门船只进行微生物制剂投放。微生物投放，同一河道区域微生物投洒需保持连续进行，若有中断，中断间隔时间需在 15 min 之内。
- 6.2.3 微生物制剂前期每三天投加一次，后期根据水质变化情况增加或减少投菌量；生物增效剂每月投加一次，以促进水体生物降解污染物的效果。

6.3 曝气复氧技术

- 6.3.1 将鼓风机-微孔曝气、微纳米曝气、纯氧曝气相结合，通过将空气中氧气提纯后经溶氧设备泵入水体中，快速提高局部溶解氧浓度；微纳米曝气通过压力泵将空气溶入水中并射流入河道中，快速提高水体溶解氧；微孔曝气由下而上立体增氧，通过气流带动水流，打破水流分层现象，使高溶解氧的表层水河缺氧的底层水进行立体交换。
- 6.3.2 固定微孔曝气系统主要由微孔曝气管、风管、鼓风机等部分组成。采用由粗瓷或刚玉等烧结而成的曝气管，管壁在烧结过程中产生许多极微小的孔隙，产生直径约 0.1 mm~0.2 mm 的微小气泡，气泡直径约 0.1 mm~0.2 mm，造成水的紊流，将空气中的氧溶入水中。
- 6.3.3 微纳米气泡发生装置主要由发生装置、微纳米曝气头及连接管件组成。通过水泵加压，由曝气头内部的曝气石高速旋转，在离心作用下，使其内部形成负压区，空气通过进气口进入负压区，在容器内部分成周边液体带和中心气体带，由高速旋转的气石出气部将空气均匀切割成直径几十微米到数百纳米的微纳米气泡。
- 6.3.4 纯氧超溶解系统包括纯氧制备系统和超溶解系统。制氧系统应包括空气压缩系统、压缩空气净化系统、变压吸附的制氧系统。溶氧系统应通过一个密闭容器，依据流体力学原理，向水体强制增氧，溶氧效率应不低于达到 90%。

6.4 水生动植物修复技术

6.4.1 生态浮床

应利用表面积大的植物根系在水体中形成浓密的植物网，吸附水体中大量的悬浮性物质，在植物根系形成生物膜。通过生物膜中微生物的吞噬和代谢作用，将水体中的有机物分解为无机物，使其成为作为植物的营养物质而加以吸收，最后及时通过收割浮床水生植物将水体污染物进行物理移除。

6.4.2 沉水植物构建

6.4.2.1 应选择光补偿点较低的品种，以适应深水型沉水植物获取光照的正常需求，保证沉水植物的正常生长。

6.4.2.2 应选择根系发达的品种，以固定沉积物、减少再悬浮，降低湖泊内源负荷。

6.4.2.3 应选择对湖泊中氮、磷等污染物有较高的净化率的品种，以降低湖泊内源负荷，防止富营养化。

6.4.2.4 应根据深水型沉水植物的生态习性选择不同类型的品种进行搭配，在季节转换过程中要选择适应该地气候的品种，并根据空间情况（如底质等）进行搭配，不仅能保证深水型沉水植物的正常生长，还能增加多样性。

6.4.2.5 应防止外来物种入侵带来生态灾害，湖区植物选取本土品种或外来本土安全品种。繁殖力强的、不易控制生长区域的品种不宜选择，应选择繁殖能力和生长区域均可控的品种。

6.4.2.6 在满足 6.4.2.1-6.4.2.5 的要求基础上，宜使选择的品种容易管理，减少维护的工作量。

6.5 本土微生物培养富集技术

6.5.1 应将土著微生物进行富集二次培养，使其高浓度扩散到泵站及河道内。首先在培养器中最佳的培养条件（营养物浓度和配比、溶解氧等）下进行快速的培养增殖后，然后再重新投入水体，提高水体对目标污染物的自净能力。

6.5.2 应利用开放水域中污染源拦截系统所形成的缓冲区域，定时定量向水体中投放促生剂，使污染水体中有益土著微生物维持较高的净化吸收污染活性。

6.6 底泥锁定技术

6.6.1 应根据治理河道的污染现状及底泥积累情况，河道底部污泥处理投放底泥锁定剂对底泥进行稳定化处理。

6.6.2 可根据治理河道的污染现状及底泥积累情况，分 3 次均匀铺设于指定区域，覆盖底泥约 1 cm，在底泥锁定的同时进行对污染物有效吸收降解。维护期内，根据现场情况补投底泥处理剂和底泥固化剂，保证河道水质达标。

6.7 排污口处理技术

应根据治理河道的雨水口污染现状，在个别明显排污的雨水口进行雨水口预处理工程：

- a) 在雨水口处理点进行打桩构架，切割镀锌管后进行内部框架和外部框架的架构，再进行框架横梁的架构，将排污沟处理工程的总体架构构建出来；
- b) 将石笼网进行分割，包裹在框架上，在框架内部投放沸石，投放散装沸石直至高于正常水位 20 cm；
- c) 用海绵包裹植物，将植物连同海绵整颗压入散装沸石内，并保证植物根部位于正常水位以下，完成排污口处理工程的总体施工。

6.8 生态护岸修复技术

6.8.1 河道缓冲带的植物种类配置及设计应满足：

- a) 缓冲带植物配置应有控制径流和污染的功能，并根据所在地的实际情况进行乔、灌、草的合理搭配；
- b) 充分利用乔木发达的根系稳固河岸，防止水流的冲刷和侵蚀，并为沿水道迁移的鸟类和野生动植物提供食物及为河水提供良好的遮蔽；
- c) 通过草本植物增加地表粗糙度，增强对地表径流的渗透能力和减小径流流速，提高缓冲带的沉积能力；
- d) 兼顾旅游和观光价值，合理搭配景观植物；
- e) 经济欠发达地区，宜选择具有一定经济价值的物种。

河道缓冲带应防范外来物种侵害对缓冲带功能造成的不利影响，外来植物品种的引进应进行必要的研究论证。

河道缓冲带植物种类的设计，应结合不同的要求进行综合研究确定。

6.8.2 生态护岸改造应采用乔灌混交，发挥乔木与灌木的自身生长特性，充分利用高低错落的空间和光照条件，以达到最佳郁闭效果。河湖岸边植物应具备条件：

- a) 根系发达，固坡能力强，支持与河岸土砂的吸附固着效果；
- b) 生长快速、树性强健，地表覆盖能力强，对污染物的过滤效果好；
- c) 耐水浸泡，短期内浸泡于洪水中不致受到伤害或死亡；
- d) 耐寒、耐旱、耐贫瘠、少病虫害、适应性强、树型洁净；
- e) 在植物种类可以选择的条件下，宜使用饵食与蜜源植物，以增加小动物的食源与栖所。

7 养护技术

7.1 水生动植物养护

7.1.1 基本要求

应根据河湖生态修复的目的和功能需求，选择适宜的本土动植物。

7.1.2 水生植物

7.1.2.1 应开展日常巡检，巡检内部包括水生植物病虫害、水生植物长势、有无枯黄枝、折断枝及落叶、杂草生长情况、有无垃圾杂物等，巡检频率根据实际情况确定，做好日常巡检记录，建立管理日记。

7.1.2.2 对水生植物长势不良情况，应及时开展人工干预措施，以保持生态平衡：

- a) 及时清除枯黄、枯死和倒伏植株；
- b) 及时清除入侵种，避免影响栽种植株的正常生长；
- c) 定期检查挺水、浮叶、漂浮、湿生植物植株密度，存在过密或过稀时可进行分株栽植或补种；
- d) 及时清除密度过高的沉水植物并及时打捞浮出水面的死株、叶片，控制沉水植物生长密度。

7.1.2.3 应根据水生植物品种习性和生长周期及时排水、补水。

7.1.2.4 台风、暴雨等极端天气过后，应及时检查挺水植物生长情况，及时清理植物残体，进行补种。

7.1.3 水生动物

7.1.3.1 应定期巡检水生动物的活动和水质变化，巡检频率根据实际情况确定，保证水生动物生活环境良好，并做好巡检记录，建立管理日记。

7.1.3.2 应做好防洪、防逃等工作，及时清捞动物残尸并做无害化处理。

7.1.3.3 应定期观察水体中底栖动物、虾类及鱼类的种类与数量，形成监测数据与评估报告。

7.1.3.4 应加强水生动物疾病、虫害等防控，做好病害预防，对病残水生动物及时救治或捕捞。

7.1.3.5 应通过捕捞或适当投放肉食鱼类等，调节草食性鱼类的数量，减少草食性鱼类对沉水植物的过渡摄食，维持沉水植物合理密度；应控制对底泥扰动强烈的大型水生动物的投放。

7.1.3.6 应加强水生动物种类管控，以当地水生动物资料作为依据，优先考虑本土物种，不应投放入侵动物。

7.1.3.7 涉及水生野生动物“三场一通道”重要栖息地，应加强“三场一通道”的保护。如重要栖息地受损，应在秉持有限性、可操作性的原则下，制定重要栖息地生态恢复与修复方案并科学实施。

注：三场一通道指产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道。

7.2 水质维护

7.2.1 基本要求

7.2.1.1 应明确河湖生态修复目标，以河湖水质为主体，通过优化或强化水质净化措施，开展运行与维护工作。

7.2.1.2 应优先控制及处置污染源输入，并通过水生态措施提升水体自净能力；结合措施运行和水质改善状况，在必要时启用水质净化、曝气增氧、补水活水、水动力调节、水质水量联合调控等措施。

7.2.2 水质净化设备维护

7.2.2.1 应定期检查曝气增氧等相关水质净化设备，检查频率应按设备制造商的要求确定，确保设备按设计参数正常运行。对设备运行不正常或损坏的，应及时检修或换新。

7.2.2.2 对因河流水体上下游或湖泊周边陆域环境改变较大，导致水质净化设备无法正常运行的，应及时与河湖生态修复工程设计人员沟通，调整水质净化设备的运行方案，必要时更换水质净化设备。

7.2.3 补水及水动力保障管理

7.2.3.1 对有补水条件的河湖，应按水利管理部门的要求，保障闸、坝、泵等水利设施按照设计运行参数正常运行。

7.2.3.2 对无补水条件的河湖，可采用曝气增氧、局部微循环、布水系统等措施，改善死水区的弱水动力条件。

7.2.3.3 对雨季污染冲击或发生水环境突发事故导致水体水质恶化时，应及时启动应急方案措施，促使水质快速恢复至原有水平。

7.2.4 河湖污染源管理

7.2.4.1 应定期监测排污口、雨污混流口污水水质及污水处理设施出水水质。排污口、雨污混流口污水监测频率及监测指标，应按照 GB 8978 的要求进行监测；污水处理设施出水监测频率及监测指标，应布设在线监测设施进行实时监测，对污水处理设施设计处理指标进行监测。对污水处理设备出水不达标的情况，应及时采取有效措施对污水进行应急处理，尽快联系相关技术人员进行维修。

7.2.4.2 应定期监测河湖底泥厚度、污染物含量，监测频率不少于两年一次，必要时进行生态清淤。

8 日常监测

8.1 概述

应根据河湖生态修复工程的目标开展日常监测，包括人类活动管理、生境监测、生物调查。

8.2 人类活动管理

8.2.1 人类日常活动

定期巡查河湖内部、岸带周边等受影响范围内的放牧、水产养殖、自然资源开采、乱堆乱建、擅自放生等活动，防止影响河湖水质、水生态的人类活动发生。

8.2.2 人为损坏活动

定期巡查并防止各类对河湖岸带植被采收等人为损坏活动，监测下列禁止性活动：

- a) 对河湖水生动物采取商业捕捞行为；
- b) 损坏水体及岸边水体净化装置与设备；
- c) 损坏河湖水体保护宣传标示。

8.2.3 垃圾清理

8.2.3.1 应在径流入口处设置格栅，定期清理垃圾、水生植物残体。

8.2.3.2 应定期清理河湖管理范围外围输移进入河湖的垃圾，对河湖表面漂浮垃圾，通过人工或机械的方式定期打捞，并合理处置。

8.3 生境监测

8.3.1 生境监测因子包括水文情势、水位、水质、地貌等，监测宜采用相关部门公开的、具权威性的数据。

8.3.2 水文情势监测应符合 SL 58 的规定，应结合河湖生态流量监管、考核及适应性管理要求，制定生态调度、生态流量相关跟踪监测计划，针对水利水电工程、水文站点等控制断面，提出生态流量监测能力建设措施，明确监测项目和频次要求等。

8.3.3 水质监测应符合 SL 219、HJ/T 91、HJ 91.1、HJ 494 和 HJ 495 等要求相关规定，包括布设监测断面，确定监测项目、监测频次和监测方法等。对于湖库应监测水温分层情况，应针对工程泄洪期制定溶解气体过饱和监测方案，监测坝下河段总溶解气体组成及浓度。

8.3.4 地貌多样性监测应符合 GB 50707、SL 383、SL 257、SL 709 相关规定，对河流的深潭、浅滩、故道、洲滩等地貌单元变化情况、河湖水系连通情况进行定期监测。

8.4 生物调查

8.4.1 生物调查应针对生物多样性保护目标展开，一般保护河湖生态修复工程实施范围内动植物。

8.4.2 应采用陆生-水生断面调查，每个植被类型区分别布点调查植物种类、生物量、盖度等指标；调查时需同时记录保护物种及外来物种入侵情况。

8.4.3 生物多样性监测应符合 SL 167、SC/T 9102.3、HJ 710 相关规定，监测内容和监测时期应考虑与重要水生生物栖息地及生物多样性保护措施的相关性。

9 应急处置

9.1 概述

应根据不同的风险因素类型选择不同的应急预案，包括自然因素、社会因素、设备因素、管理因素等。

9.2 自然因素

9.2.1 自然因素包括气象灾害及藻类暴发及水生动植物过度繁殖等。

9.2.2 当遇自然灾害时，应按有关应急预案执行。

9.2.3 气象灾害包括台风、暴雨、降温、冰冻等不利气象，应提前了解气象预警信息，做好预防控制措施，避免或降低灾害造成的损失。

9.2.4 台风、暴雨等自然灾害天气来临前应对现场进行全面检查，应检查下列主要内容：

- a) 确保大型调蓄设施等处于正常状态，没有安全隐患；
- b) 确认所有检查井盖已关闭，破损或损坏的及时更换；
- c) 确认入河口出水正常，河湖生态修复工程设施正常工作，对安全防护栅栏进行加固，清除现场杂物；
- d) 对湿地、池塘等设施中花草树木采取防护措施，进行必要的加固和防雨水冲刷处理措施。

9.2.5 气象灾害发生后，应加强巡视、巡查与设备调试，及时发现并消除各类隐患。

9.2.6 藻类暴发时应迅速采集水质样品送检，若为持续性事件且原有生态系统无法恢复，可通过小试确定方案进行杀藻作业。

9.3 社会因素

9.3.1 社会因素包括入河湖排放水水质超标、有毒有害物质及油脂性液体进入河湖。

9.3.2 入河湖排水水质超标时应按下列规定执行：

- a) 立即停止处理水排放；
- b) 会同相关人员对水质超标原因进行分析，制订相应对策，调整操作流程；
- c) 切断进水，将雨污水抽回最前端工艺，进行二次处理；
- d) 恢复正常生产流程后，水质经检测合格后排放。

9.3.3 有毒有害物质进入局部水域时，首先应判定有毒有害物质的种类与可能导致的破坏情况，再清除污染源，或及时使用幕帘式围隔封堵隔离，并使用潜水泵将污染水抽离水体后妥善处置。

9.3.4 油脂性液体扩散时应用半浮式围隔圈隔，逐渐缩小周长，待油脂性液体相对集中后，向水面抛撒吸油毡或人工打捞，清除油污。

9.4 设备因素

设备因素包括设备突发故障、设备停电等，应及时检查故障原因并清除；必要时，应及时启动其他备用设施，降低对河湖水质及正常运行的影响。

9.5 管理因素

管理因素包括运行与维护人员的操作失误等，应建立运行与维护工作章程，明确风险责任，加强人员培训管理，降低管理环节造成相关事故的风险。

10 评估与监督

10.1 评估

10.1.1 应在生态监测和调查基础上，与前期河湖生态状况对比，根据不同工程类型的特点开展修复工程后的评估工作。

10.1.2 应重点针对修复工程实施后河湖水污染状况改善、生态流量保障、生物多样性保护，以及工程实施带来的社会效益和经济效益等方面，选择代表性指标进行效果评估。

10.2 监督

10.2.1 专业团队应配置内部监督人员，定期监督工程实施进度和技术落实情况，对不合格项及时提出整改要求。

10.2.2 应及时接受工程委托方或其邀请的第三方的监督，对工程进度、管理要求存在的问题及时改进。

10.2.3 应在工程实施现场公布相关投诉联系信息，接收公众监督。
