

河道清水廊道构建和生态保障技术导则

Technical guidelines for construction of clear water corridor and ecological safeguard

报批稿

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

江苏省市场监督管理局 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 2

5 河道清水廊道构建技术 2

6 河道生态保障技术 4

7 河道水质改善和生态修复效果评估 6

8 长效管理 6

参考文献 8

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：南京大学。

本文件主要起草人：高燕、杨柳燕、钱新、花铭、范子武、谢忱、丁瑞、孔宇、葛宇翔、张毅敏、高月香、徐可、占艺轩。

河道清水廊道构建和生态保障技术导则

1 范围

本文件规定了河道清水廊道构建和生态保障技术的总体要求、河道清水廊道构建技术、河道生态保障技术、河道水质改善和生态修复效果评估及长效管理。

本文件适用于江苏省行政区域内河道治理和水质改善。

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 3838 地表水环境质量标准
- GB 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 50138 水位观察标准
- GB 50139 内河通航标准
- GB 50179 河流流量测验规范
- GB 50707 河道整治设计规范
- GJ/T 340 绿化种植土壤
- HJ/T 245 环境保护产品技术要求 悬挂式填料
- HJ 2005 人工湿地污水处理工程技术规范
- HJ 2009 生物接触氧化法污水处理工程技术规范
- SL/T 793 河湖健康评估技术导则
- DB32/T 3258 河湖生态疏浚工程施工技术规范
- DB32/T 3405 生态修复型人工湿地中植物配置技术规程
- DB32/T 3674 生态河湖状况评价规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

清水廊道 clear water corridor

满足河道基本功能需求，水质优良，坡岸整洁且景观优美的河道（河段）。

3.2

生态保障 ecological safeguard

采用生态学方法净化河道水体，保障河道水环境质量，维护水体生物多样性。

3.3

生态护岸 ecological embankment

利用植物或者植物土木工程相结合，对河流、湖泊等水体岸边带进行防护的一种河道护坡形式，具有防止河岸塌方、维持岸边生物群落自然生长、沟通地表地下水联系、增强河道自净能力的功能和自然景观效果。

3.4

生态疏浚 ecological dredging

采用环保型的施工机械设备，去除河湖底泥表层被污染的淤泥，并控制施工过程中污染物扩散，以减轻河湖内源污染负荷的施工技术方法。

3.5

先锋物种 pioneer species

一个生态群落的演替早期阶段或演替中期阶段的物种。对于一个受到破坏、丧失原有动植物群落的环境，较早出现且相对容易生存的物种。

3.6

生态浮床 ecological floating bed

利用可漂浮材料为载体，将大型水生植物或陆生植物栽植到富营养化水域中，利用生态学原理，降解水中COD和氮磷的人工生态系统。

3.7

生物栅 biological grid

利用支撑载体固定各种不同形式填料，浸没于水体，为水生植物固着和微生物生长提供附着基质，通过水生动植物、微生物的化学、物理和生物作用去除污染物，实现水体原位生态修复。

4 总体要求

- 4.1 以有效截断河道的外源污染为前提。对于难以彻底截断的外源污染，采取生态治理措施进行强化治理。
- 4.2 根据河道污染和水生态系统受损程度，在不同的阶段，采用与水质和水生态相适应的清水廊道构建技术和河道生态保障技术，兼顾河道水质改善和生物多样性提升，助力河道生态系统的健康发展。
- 4.3 清水廊道构建和生态保障措施应满足河道防洪、排涝、引排水和通航等基本功能，保障河道生态流量和生态水位需求，以水资源保障、供水安全、河道通畅、水质提升、生境改善、生物多样性保护和景观优美为目标。
- 4.4 清水廊道构建和生态保障措施应遵守生态红线管理、自然保护区管理、河道岸线管理、断面水质管理和生态环境监测设施保护的相关规定。

5 河道清水廊道构建技术

5.1 河床形态塑形技术

- 5.1.1 河道河床形态塑形应优先考虑维持河道的原始形态与中线，在平面及纵、横截面上进行生态化设计及改造，在不影响河道过流行洪及通航的前提下，可设置浅滩和深潭等深浅交替的区域，产生急流、缓流等多种水流条件，形成多样化的生境。
- 5.1.2 在保障河道防洪、排涝、引排水及通航等基本功能的前提下，浅滩和深潭可结合小型结构物、河床抛石等进行。小型结构物包括导流装置和生态丁坝等，以潜流丁坝为主；抛石可根据河道形态呈斑块状分散，不宜过分集中，抛石区面积不超过河底面积的 1%~3%。具体要求按照 GB 50707 执行。
- 5.1.3 河道岸线宜满足河道的天然走势，平面及截面形态宜多样化。

5.2 生态护岸技术

5.2.1 生态护岸应顺应河道的自然岸坡截面形态，满足河道基本功能以及河坝防冲和稳定安全的要求。通航河道生态护岸工程的设计要求、稳定计算、结构形式等，应满足 GB 50139 的要求。

5.2.2 生态护岸宜选用的形式有植物护岸、植被加筋护岸、土工网复合植被护岸、网笼或笼石生态护岸、混凝土砌块生态护岸和铰接式护坡等形式。

5.2.3 生态护岸宜选择的材料有块石、生态混凝土、植草砌块、石笼、土工合成材料等。应减少混凝土和浆砌块石等硬质材料的使用，新型及未列入上述护岸材料的其他生态护岸材料，在满足相关规范要求、保障护岸安全稳定和维持河道生境连续性的前提下，成功示范推广后，方可规模化应用。

5.2.4 在保证生态护岸结构稳定的前提下，长期处于淹水的坡脚可设置人工鱼类巢穴，材料宜为棕榈皮、生麻丝及聚酯纤维等散开后面积大，便于鱼卵黏附的人工和天然材料，或是铺设人工鱼巢砖。

5.2.5 直立式挡墙护岸生态化改造，可根据挡墙高度、水位高低设置种植槽，在种植槽内种植水生高等植物、小灌木及藤本类植被。在不影响护岸结构安全的前提下，可在直立挡墙顶悬挂长条形生态种植袋。

5.2.6 斜坡式护坡生态化改造，在原有基础上采用框格边坡生态种植袋、耕植土或草皮等进行护面结构改造。

5.3 底泥生态疏浚技术

5.3.1 对于内源污染负荷较重的河道，可实施河道底泥生态疏浚，河道底泥生态疏浚的基本流程包括底泥详细勘察、分层测试、科学评估、泥量测定、清淤方式选择、底泥出路确定和底泥处理技术选择、堆场余水处理等，具体要求和规定可按照 DB32/T 3258 执行。

5.3.2 底泥生态疏浚分干河疏浚和带水疏浚，对于长度比较短且宽度比较窄的河道，在有条件的区域可采用干河疏浚，对于无法采用干河疏浚的河道，采用带水疏浚。

5.3.3 河道底泥生态疏浚的深度应根据底泥污染程度、通航需求、引排水及水生高等植物恢复所需要的水深等确定。

5.3.4 宜选择冬初至春末河道水位较低时进行生态疏浚。

5.3.5 在生态疏浚施工过程中应防止底泥扰动和扩散，减轻水体二次污染，降低水体浊度；同时降低施工机械的噪音，不干扰居民的正常生产生活。

5.3.6 疏浚底泥回用农田应符合 GB 15618 的规定；疏浚底泥回用林田应符合 GJ/T 340 的规定。

5.3.7 疏浚底泥经自然干化或原位压滤脱水后，如果底泥中重金属污染较重，可通过添加固化、稳定化材料对底泥进行改良。若满足相关建材行业标准，可用于道路填料、建筑用材等进行资源化利用。

5.4 污染底泥原位处理技术

5.4.1 原位掩蔽。对于急需治理、人为扰动少、浮泥较少且水动力强度较弱的河道，可采用覆盖物原位掩蔽的方法进行治理。根据底泥受污染情况选择合适的覆盖物，常用的覆盖物包括未污染的底泥、沙、砾石、钙质膨润土、人工沸石和其它人工合成材料。覆盖层要求均匀，对底泥干扰小，覆盖物材料应不改变水体的理化性质。

5.4.2 原位转化/固化。适用于难以进行生态疏浚的污染负荷较大且污染物种类比较清楚的河道底泥的应急处置。河道底泥受难降解有机物、磷、重金属污染且氧化还原电位较低时，可通过在已污染底泥表面加入化学物质，促进底泥中污染物转化（无害化）或固化。常用的转化或固化的物质包括零价铁、生物炭和氧化钙等。

5.4.3 原位微生物修复。适用于面积较大、底泥有机污染物污染程度较高的河道。采用筛选驯化、固定化土著微生物降低底泥中有机污染物含量。原位微生物修复分为工程修复和自然修复，修复时宜尽量激活土著微生物的活性。

5.5 河道基底适生性改良技术

5.5.1 河道基底适生性改良技术包括结构适宜性改良技术和生态适宜性改良技术,适用于河道基底硬质或不利于水生高等植物生长的河道基底改造。

5.5.2 结构适宜性改良技术可改善河道基底物理结构适宜性,主要有翻耕、疏浚高污染底泥或添加土壤等方法。

5.5.3 生态适宜性改良技术主要利用底泥改良剂改善河道基底的生境条件,底泥改良剂主要有生物质炭、膨润土、粘土和秸秆等,使用方法包括底泥覆盖或是与底泥混合。

5.6 河道畅流活水技术

5.6.1 畅流活水技术适用于流动性缓慢、换水周期长的河道。

5.6.2 对于流动性弱的水系,一般可通过闸、泵、堰等工程措施营造水位差,精准控制河道水位和流量,促进水体有序流动。

5.6.3 对于断头浜型河道,以连通为主,如果没有条件连通,可采用管道动力输水到断头浜顶端,促进断头浜水体流动。

5.6.4 对于水源条件较差的河道,宜采取人工湿地、一体化处理装置、高压灭藻设备等方法对高含沙、高藻水进行处理后作为清洁水源。

5.6.5 对于缺水型地区,宜采用满足水质要求的城市再生水、雨洪水等作为水源水。

5.6.6 对于强感潮地区河道,宜充分利用潮动力,采用趁潮引水。

6 河道生态保障技术

6.1 曝气增氧技术

6.1.1 曝气增氧技术适用于溶解氧不足、水体流动较缓且水质较差的河道。

6.1.2 曝气增氧设备的选择应遵循节约能源、组成简单、安装及运维便利等原则,根据河道水质改善的要求、河道特征、河段功能要求和污染源特性等因素,选择喷水式曝气、鼓风曝气、射流曝气、推流曝气、潜流曝气和跌水曝气等形式。

6.1.3 无通航要求的城镇河道宜采用鼓风曝气、射流曝气和推流曝气等,有景观要求的河道宜采用喷水式曝气和跌水曝气,有通航需求的河道不宜设置曝气增氧设置。

6.1.4 不宜过度曝气,紧急情况下局部河段增氧宜采用移动式曝气增氧设备。

6.2 生态浮床技术

6.2.1 生态浮床技术适用于硬质驳岸或无外源来水河道。宜根据河道水体污染程度、常水位及河道截面状况布置生态浮床,对通航、行洪要求高的河道,不宜设置生态浮床。

6.2.2 生态浮床的框体可采用 HDPE、抗氧化塑料、竹子和木头等材料。浮床的床体一般采用聚酯纤维材料或陶粒、蛭石、珍珠岩等无机材料,也可用渔网。浮床的基质宜为海绵、椰壳纤维和陶粒等轻质多孔填料。

6.2.3 岸边生态浮床宜采用绳索牵引的方式进行固定,浅水处生态浮床宜用钢管桩固定;深水处生态浮床宜采用重物抛锚方式固定。

6.2.4 生态浮床覆盖率以水面的 20%~30%为宜。

6.2.5 宜根据水质条件选择根系发达、繁殖能力强且具有较强净化功能的挺水植物作为浮床植物,宜优先选择土著种,可根据 DB32/T 3405 进行选择。

6.3 生物栅技术

- 6.3.1 生物栅技术适用于水质改善型河道污染物的削减，可与曝气增氧技术联用。
- 6.3.2 生物栅的填料应具备对微生物无毒害、易挂膜、质量轻、强度高、材质抗老化、比表面积大和不宜结垢、亲水性强等特性；生物填料以固定式填料为主，符合 HJ/T 245 的规定。
- 6.3.3 根据河道氮磷、COD 削减的容积负荷和水力负荷等参数，设计生物栅的填料填充率。
- 6.3.4 对无行洪和通航要求的河道，宜在河道水体中直接安装生物栅；对有行洪和通航要求的河道，宜设置旁路生物栅。

6.4 仿生水草技术

- 6.4.1 仿生水草技术适用于水质改善型河道污染物的削减，宜与曝气增氧技术联用。
- 6.4.2 仿生水草一般选择聚乙烯网等多孔高分子耐污材料，为藻类着生提供载体，可采用 HJ 2009 附录 A 生物膜填料。
- 6.4.3 仿生水草的布置方式分漂浮式和沉水式。漂浮式布置方式需在仿生水草顶端安装浮子，下部用石块等重物固定；沉水式布置方式可将仿生水草下部直接固定在河道水位以下的设施上。

6.5 人工湿地技术

- 6.5.1 人工湿地技术适用于水质改善型河道的旁路净化。
- 6.5.2 河道水体旁路净化宜选用设计简单、投资少的表面流人工湿地，也可与潜流人工湿地相结合，提高净化效果。潜流人工湿地宜用于人口密集的城市河道水体净化。
- 6.5.3 人工湿地的面积应按河道最大污染负荷确定，同时满足水力负荷要求，按照 HJ 2005 的设计原则，视具体情况进行设计。
- 6.5.4 人工湿地常用的基质有细砂、砾石、灰渣、火山岩、沸石、砂石和褐铁矿等。
- 6.5.5 对出水氮磷浓度要求较高时，人工湿地可使用高炉渣、铁镁改性生物质炭、石灰石、铝矾土、页岩、粉煤灰和陶粒等基质。
- 6.5.6 人工湿地植物应根据水质条件选择根系发达、输氧能力强且具有较强景观与净化效果的水生高等植物，宜优先选择有经济价值的本土植物，避免使用外来物种，符合 DB32/T 3405 的规定。

6.6 水体透明度提升技术

- 6.6.1 对于流动性强、悬浮物浓度较低的水质改善型河道，可通过种植密刺苦草、狐尾藻等沉水植物来提高水体透明度，也可通过投放滤食性浮游动物、软体动物和鱼类等方法来提高水体透明度。
- 6.6.2 对于流动性小、水体透明度较差的河道可通过投加硅藻土和改性粘土等应急方式去除水体悬浮颗粒物。

6.7 水生高等植物种植技术

- 6.7.1 水生高等植物种植技术适用于水质改善型河道水生态恢复。
- 6.7.2 水生高等植物种植时间应根据植物生长特点进行确定，宜在春末初夏种植。
- 6.7.3 宜选择易成活、生长快和繁殖能力强的土著先锋物种进行河道水生高等植物修复。浮叶植物可选择水鳖、睡莲和菱等；沉水植物可选择密刺苦草、狐尾藻和黑藻等；挺水植物可选择芦苇、水葱、千屈菜等。避免使用外来物种。
- 6.7.4 沉水植物的种植有扦插法、方格化种植法、沉栽法、移栽法、播种法、枝条沉降法和种子库法等。
- 6.7.5 宜采用方格网种植法来提高水位波动大的河道中水生高等植物种植的成活率。河道底部的坡度应小于 30°。当近岸坡度较大或者水深大于 0.5 m 时，将方格用地钉固定，或与挺水植物组合固定，也可以根据具体情况固定在渔网或树桩上。
- 6.7.6 宜在基底中添加活性炭固定的吡啶乙酸等促根剂来提高水生高等植物的成活率。

6.8 水生高等植物群落构建技术

6.8.1 水生高等植物群落构建适用于水质条件良好的生态功能恢复型河道，水生高等植物的生长不能影响防洪排涝、通航安全等河道基本功能。

6.8.2 根据河道不同深度、长度、宽度、常水位和先锋物种的种植情况，在空间上可以将挺水植物、沉水植物和浮叶植物进行有机结合，发挥协同净化作用，避免使用外来物种。

6.8.3 河道浅水区（水深 $<1\text{ m}$ ）可种植密刺苦草、香蒲、再力花、睡莲等，中水区（水深 $1\text{ m}\sim 2\text{ m}$ ）可种植黑藻、马来眼子菜、茭实等，深水区（水深 $2\text{ m}\sim 3\text{ m}$ ）可种植金鱼藻、狐尾藻、菹草和菱角等；通航河道中植物选择应满足通航需求，避免船舶螺旋桨绞到植物而产生安全隐患。

6.8.4 沉水植物一般种植在滨水植物带的最外侧，宜选择水深-透明度比值大于 0.7 的水域种植，种植密度宜为 $9\text{ 株}/\text{m}^2\sim 16\text{ 株}/\text{m}^2$ 。

6.8.5 挺水植物种植在滨水岸带，种植密度宜为 $9\text{ 株}/\text{m}^2\sim 12\text{ 株}/\text{m}^2$ ；浮叶植物种植密度降低为 $3\text{ 株}/\text{m}^2\sim 5\text{ 株}/\text{m}^2$ 。

6.9 水生动物调控技术

6.9.1 水生动物投放适用于水生植物群落基本稳定的生态功能恢复型河道，投放的水生动物一般以滤食性动物为主，主要包括滤食性鱼类和滤食性软体动物。

6.9.2 对水体流动较快的河道，可投加滤食性鱼类；对水体流动较缓的河道，可投放滤食性软体动物。

6.9.3 所投放的水生动物应为土著种类，不应投放入侵动物。滤食性鱼类主要包括鲢鱼和鳙鱼；辅以部分的草食性鱼类和杂食性鱼类；所投放的滤食性软体动物有河蚬、三角帆蚌、螺蛳、褶纹冠蚌等。

6.9.4 在采用沉水植物进行修复时，生态恢复初期，应尽量减少草食性鱼类。沉水植物恢复后，应建立沉水植物生物量的调控机制，投放一定量的草食性鱼类和螺蛳等底栖动物。

6.9.5 合理搭配草、鱼、螺、蚌等水生动物的种类和数量，密度应严格控制（如鱼密度宜小于 $50\text{ g}/\text{m}^3$ ，螺、蚌类等滤食性软体动物的投放密度宜小于 $250\text{ g}/\text{m}^3$ ），构建一个动态平衡的河道生态系统。

7 河道水质改善和生态修复效果评估

7.1 河道水质评价。定期监测河道水质、水位和流速等指标。评估工程措施的效果以及水质长期变化趋势。河道水质监测方法和评价标准符合 GB 3838，河道水位观测符合 GB/T 50138，流速测定满足 GB 50179 规范。

7.2 河道水生态评估。定期开展河道水生态系统结构和功能评估，针对浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生高等植物覆盖度、生态系统结构稳定性及功能完整性等指标来评价河道水生态系统结构和功能。评估方法按照 SL/T 793 和 DB32/T 3674 执行。

8 长效管理

8.1 河床形态、护岸管理与维护

8.1.1 对河道开展河道截面改造、底泥疏浚、污染底泥原位处理等修复措施时，应遵守国家及地方相关法律、法规和技术标准的规定。

8.1.2 对生态护岸、改造的硬质护岸及其植物的生长情况应进行定期的观测。根据观测结果，对确定需要进行保养维修的岸段进行护岸及植物维护，以确保护岸满足安全和稳定的要求，并确保植物生长状况良好。生态护岸结构不安全时，应按照相关规定进行改造。

8.2 水生高等植物管理与维护

- 8.2.1 挺水植物地上部分宜在枯萎之前收割，留下必要的生存根茎，保证翌年春季的发芽，并根据密度及时分株或补种。
- 8.2.2 挺水植物和浮叶植物生长迅速、繁殖速率较高时，宜及时进行收割和清捞，保持适宜的植物密度以维持较好的净化效果。
- 8.2.3 水生高等植物生长过程宜采取绿色防治方式控制病虫害。病虫害绿色防治可采用物理方法诱杀害虫，如灯光诱杀、粘虫板诱杀等；亦可考虑应用一些生物农药或植物性农药，如微生物农药和植物提取物等；也可在病虫害发生初期及时收割植物地上部分；水生高等植物根部发病时应及时拔除。
- 8.2.4 岸坡带枯萎的植物应及时收割，防止大量的腐烂植物残体对水体造成二次污染。
- 8.2.5 冬季应加强水生高等植物的防冻保温措施，并及时收割和处置。

8.3 生态治理设施管理与维护

- 8.3.1 定期检查河道曝气设备、生态浮床和生物栅等设施，保障其完好性和运行的稳定性。
- 8.3.2 根据管理和养护实际需要，适时对河道生态治理设施的数量、位置、材料等进行更新和调整，发现破损应及时修缮或更换。
- 8.3.3 曝气设施养护应根据河道水质情况，调整曝气设施的运行时间和频次，注意设备用电安全，定期检修和维护等。
- 8.3.4 设施产生的固体废弃物应按照环保要求及时处理。
- 8.3.5 应做好水质异常时的应急处理措施，如增加曝气循环设备的工作时间，增加设备数量、临时集中设置净水设备等措施。
- 8.3.6 台风和梅雨时节应加强对设施、设备的保护和加固措施。汛期时生态浮床的固定绳应留有足够的伸缩长度，并及时检查生态浮床的固定情况。

参 考 文 献

- 《江苏省防洪条例》（2018修正版）
《江苏省河道管理条例》（2018版）
《中华人民共和国河道管理条例》（2017修正版）
《中华人民共和国防洪法》（2016修正版）
《环境水质监测质量保证手册》（第二版，1994年）
《地表水环境质量监测数据统计技术规定（试行）》（环办监测函〔2020〕82号）
《关于进一步明确生态环境监测设施保护规范的通知》（苏环办〔2020〕286号）
《“十四五”国家地表水监测及评价方案（试行）》（环办监测函〔2020〕714号）
《关于印发《国家地表水环境质量监测网采测分离管理办法》和《国家地表水水质自动监测站运行管理办法》的通知》（环办监测函〔2019〕2号）
《国家地表水环境质量监测网监测任务作业指导书（试行）》（环办监测函〔2017〕249号）
《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号）
-