

## 内河航道工程生态设计规范

Specification for ecological design of inland waterways engineering

2025 - 05 - 06 发布

2025 - 06 - 06 实施

## 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。

本文件由安徽省港航建设投资集团有限公司提出。

本文件由安徽省交通运输厅归口。

本文件起草单位：安徽省港航建设投资集团有限公司、安徽省交通勘察设计院有限公司、河海大学。

本文件主要起草人：万云刚、林燕清、吴腾、樊林林、帅志斌、沈保根、王书文、路凌云、马涛、余卫峰、王瑞彩、方洋、胡飞、赵健淞、边峰、黄亚萍、沈超、周春蕾、夏莉敏、秦杰、吴玲莉、梁桂兰。

# 内河航道工程生态设计规范

## 1 范围

本文件规定了内河航道工程生态设计的基本规定、总体要求、岸坡生态设计、水质保护设计、水生境优化设计、景观美化设计等内容。

本文件适用于内河航道工程的生态设计，包括新建、扩建和改建项目。

## 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 8978 污水综合排放标准

JTS/T 225 内河航道绿色建设技术指南

DB34/T 3678 内河航道疏浚工程施工技术规程

DB34/T 4767 内河航道工程生态评价指南

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**生态设计 Ecological design**

将生态保护理念赋予航道工程设计中，主要以岸坡生态化、水质保护、水生境优化、景观美化为目标的工程设计过程。

### 3.2

**水生境修复 Water habitat restoration**

对因航道工程受到影响的内河航道水生生物环境的修复与重构工作。

### 3.3

**生态型结构 Ecological structure**

运用生态学原理与航道整治技术，以达到保护整治河段岸坡稳定、改善局部生态环境等目的所设计或建造的结构物。

## 4 基本规定

4.1 应坚持生态环境保护理念，在确保工程稳定和航道整治效果的前提下，遵循避让、减缓、补偿和重构的层次原则。

4.2 在保证实现航道功能的基础上，宜统筹协调航道功能实现与生物生境保护。

4.3 宜结合整治河段生物和生境特点，因地制宜、因河制宜开展内河航道工程生态设计。

4.4 内河航道工程生态设计除遵守本文件外，尚应符合国家、行业和安徽省现行标准的有关规定。

## 5 总体要求

5.1 内河航道工程生态设计应对工程河段开展生态环境调查，明确工程河段生态保护要求，调查范围不宜小于工程区和受其影响的上下游河段。

5.2 内河航道工程生态设计宜避让生态环境敏感区。在无法完全避让时，应采取减缓、补偿措施或生境重构以恢复生态系统功能。

5.3 在进行内河航道工程生态设计前，宜根据 DB34/T 4767 的规定，对航道的通航、岸坡、水质、水生境和景观现状进行生态预评估。

5.4 根据生态预评估结果，确定生态设计的重点，并遵循以下原则：

- a) 应符合沿线水利工程和城镇规划，并充分利用自然风景和田园风光，明确保护、改建、扩建、新建内容。
- b) 应基于航道工程总体布置，结合河道水流环境、防护需求和生境改善需求，营造多样化流态和水生环境。
- c) 平面布置宜以航道为轴线、以沿线城市为核心、以重点乡镇和风景名胜区等为节点布局。
- d) 断面设计宜从水下、河岸、陆上三个层次营造三维立体生态空间，构建河清岸绿、城景交融、人水和谐的生态景观。

5.5 内河航道工程水上施工工期宜避开水生生物繁殖敏感期、鱼类洄游期。

## 6 岸坡生态设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 护岸工程的布置、类型，宜生态护岸与工程护岸相结合。

6.1.2 护岸工程宜与周边环境和景观相融合，与已建涉水设施合理衔接。

6.1.3 护岸工程宜优先选用生态型结构和生态材料。

### 6.2 护岸结构

6.2.1 生态护岸宜采用具有较好透水性、有利于物质交换、适宜生物栖息的结构。

6.2.2 生态护岸的结构型式宜结合河道特性、两岸植被和景观状况综合选取。

6.2.3 对于水动力较弱区域的护岸，宜以培植水生植物进行自然防护为主；对于水动力较强区域的护岸，宜以抗冲性较强的结构为主。

6.2.4 护岸的水上部分宜结合生态和景观要求，选用适宜植物生长的结构；护岸的水下部分宜构建产生急流、缓流等多种水流条件的生境。

6.2.5 护岸宜根据不同防护部位、不同水动力条件选取合适的生态结构型式。常见的生态型结构见表 1。

6.2.6 典型护岸技术要求参见附录 A。

表1 常见的生态型结构

防护类型		生态型结构
护岸	直立式	植草型生态框、鱼巢型生态框、仿石型生态框、阶梯型生态框、箱型生态框、石笼网箱、生态砌块、木桩、仿木桩等
	斜坡式	生态袋、钢丝石笼网垫、三维加筋网垫、植草砌块、连锁式护坡砖、多孔型混凝土砌块、生态混凝土等
护坡		生态袋、钢丝石笼网垫、三维加筋网垫、连锁式护坡砖、阶梯型生态框、生态混凝土等
护脚		抛石、钢丝石笼网垫、鱼巢砖、人工鱼巢等
护滩		砂枕、透水框架、钢丝石笼网垫、鱼巢砖、空间体生态排、三维加筋网垫、促淤网箱、仿生水草垫等

### 6.3 护岸材料

6.3.1 生态护岸材料可采用天然材料或人工材料。生态护岸材料应对本土原生动植物无重大负面影响，常见护岸材料见表2。

表2 护岸材料

材料分类	材料名称
天然材料	块石、砂砾石、砂、无污染工程弃土、无污染疏浚弃土、植物、贝壳、木头、竹子、藤蔓、植物纤维生物网毯、秸秆碎屑、椰子纤维、草绳等
人工材料	混凝土、钢材、无污染矿渣、无污染炉渣、无污染建筑固废材料、生态混凝土、生态人工块体、镀高尔凡钢丝、机编钢丝网、土工织物、植生垫等

6.3.2 生态护岸植物选取宜遵循以下原则：

- 根据水文特点确定不同护坡区域淹没时间，上部区域可种植四季常青植物，下部区域应种植耐淹能力强的植物，中部区域宜混合播种。
- 植物选取宜结合护岸区域水文、地质等，多种类组合搭配。
- 植物种类选取宜根据种植区域与水位关系选择，常用植物配置符合表3的规定。
- 水生植物宜选择不影响通航及行洪安全的种类，陆生植物宜选择草本植物、灌木等。植物类型选择宜符合表4的规定。

6.3.3 具体植物选择参见附录B。

表3 常用植物配置

植物配置区域		常用植物配置
迎水面	设计洪水位以上	低矮草、灌木
	常水位至设计洪水位之间	耐淹性强的低矮草； 耐湿性强的乔木、灌木（非行洪河道或排涝河道不影响排涝）
	常水位以下 1 m 以内	以自然繁殖的水生植物为主，水深 1 m 以内可配置适宜的水生植物
	开阔岸坡地带	可适当配置消浪植物，可采用“乔灌”结合模式
堤顶		低矮草、灌木、株径较小的乔木； 保留原有植被，补充乔木或灌木

表4 植物特征及其适应区域

植物类型	植物特征	适应区域
陆生植物	耐旱性、耐水性均较强，根系较发达，固土性好	常水位以上
挺水植物	根系较发达，固土性好；强净化、抗污染，景观	常水位以下 0.5 m 左右，不超过 1 m
沉水植物、 浮叶植物	净化水质、完善生态系统	常水位以下 2 m 以内或光照范围内

## 7 水质保护设计

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 水质保护宜遵循预防为主、防治结合、综合治理原则，预防、控制和减少水环境污染。
- 7.1.2 水质保护宜与水资源综合利用相关的专业规划相协调，并与环境保护、城乡规划相协调。
- 7.1.3 水质保护应符合 GB 3838 的规定，按照不同水域水质类别要求，结合不同水域水质现状和水环境质量分析，提出航道工程全生命周期的水污染控制指标和水质保护措施。

### 7.2 水污染控制

- 7.2.1 锚地、服务区设计应包含生活污水、含油污水、初期雨水等收集处理方案，以及船舶水污染物接收方案。
- 7.2.2 疏浚工程设计应结合工程河段特点和工程项目环境影响评价提出的环境保护措施，合理确定疏浚范围、疏浚深度和疏浚工艺等，控制作业时间，减少对施工水域水质的影响。
- 7.2.3 疏浚工程设计宜选择易于控制施工精度和具备可视化技术、能降低悬浮物源强、控制悬浮物扩散范围的挖泥设备，减小对底泥的扰动。
- 7.2.4 疏浚土宜上岸综合利用：
- 用以填塘固基、农田治理、洼地改造、生态固滩、湿地建设等营造生物生境时，宜进行相应的废水处理，避免造成二次水污染。
  - 当采用絮凝、快速固结、固化等技术对疏浚土进行综合利用时，所产生废水的排放应符合 GB 8978 的要求。
- 7.2.5 无法综合利用的无污染疏浚土应抛至陆上抛泥区。陆上抛泥区设置应符合环保及河道相关规划要求，并满足下列要求：
- 陆上抛泥区不应渗漏，并设置有完善的排水系统。
  - 抛泥区尾水排放控制应符合 DB34/T 3678 的要求。
- 7.2.6 污染疏浚土应按 JTS/T 225 的要求进行处置，确保处置过程安全、环保，处置后的污水排放符合 GB 8978 的要求。

## 8 水生境优化设计

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 水生境优化设计应考虑与水资源开发利用、防洪排涝、河流治理和生态保护的功能相协调。
- 8.1.2 水生境修复应遵循自然恢复为主、人工修复为辅原则。
- 8.1.3 对因航道工程导致的水生境功能受损，宜通过河流连通性修复、水生生物栖息地修复、水生生物多样性恢复等措施，改善和提升水生境质量。

## 8.2 水生境修复

- 8.2.1 因航道工程导致河流水系连通性受阻，应进行河流水体交换、鱼道、鱼闸等生态连通修复。
- 8.2.2 河流垂向和横向连通性修复可采用具有渗透性和适宜植物生长的生态护岸、修建湿地等。
- 8.2.3 因航道工程建设影响珍稀、濒危、有保护价值或经济价值的水生生物的种群、数量、产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，应提出避让、栖息地保护、过鱼设施等措施。
- 8.2.4 因航道工程建设造成水生境破坏，应提出水生境修复措施，重构与相邻水域相协调的生物群落。
- 8.2.5 因航道工程建设导致水生生物栖息地受损，宜通过水下植物群落的修复、河床底质自然形态的保持或修复，营造有利于水生植物生长、底栖动物和鱼类觅食与繁殖的水生境。
- 8.2.6 在避开主航道和人类活动频繁水域并远离排污口的河流缓流或静水区域，可设置人工鱼巢，为水生生物营造栖息地。
- 8.2.7 水生境修复工程宜采用适宜水生生物群落生存的驳岸型式，如生态鱼巢、生态砖、生态孔、生态仓、种植穴、生态袋、人工生态浮岛等，保证水体、大气和生物间交换的畅通。

## 8.3 生物补偿

- 8.3.1 因航道工程建设造成水生生物受损，可采取增殖放流措施恢复和增加受损的水生生物数量，改善和优化水生生物群落结构。
- 8.3.2 增殖放流应符合相关行业的有关规定。宜根据工程河段水生生物资源状况、工程运行后水生生物生境条件、水生生物亲本可获得性、人工驯养繁殖技术基础等情况，合理确定放流对象；根据水域生境条件、生态承载力、放流对象生存力等因素，综合确定放流规格和数量。
- 8.3.3 常见水生生物见附录 C。

## 9 景观美化设计

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 景观美化设计应与航道规划、城乡文明建设相结合，充分挖掘地方文化内涵、传承民俗风情、彰显地域文化，实现人与自然和谐共生。
- 9.1.2 景观构建应保证行洪安全和通航安全，兼顾观赏性、亲水性、人水和谐等舒适度和公众满意度。

### 9.2 景观构建

- 9.2.1 景观构建应严禁建设侵占河流的实体建筑，步道、滨河公园等建设不得抬高和改变河流自然滩地高程。
- 9.2.2 对具有自然生态或历史人文景观保护要求的河段，实施河流综合治理应充分考虑周边景观资源的保护和合理利用。
- 9.2.3 景观植物选取宜常绿树种与落叶树种混交、不同花期植物种类混交，提高景观效果。
- 9.2.4 航道景观与市民活动密切的区域，可设置与地形、水体、植物和周边设施相结合的慢行道，满足交通和游览需要，在落水隐患大的地段应设置安全防护措施。
- 9.2.5 景观照明应根据工程特点、被照对象特征、饰面材料和周围环境合理设计，减少眩光，防止光污染，避免使用影响航行安全的彩色光。

**附录 A**  
**(资料性)**  
**典型护岸技术要求**

**A.1 典型护岸技术要求**

**A.1.1 预制混凝土透水箱式护岸宜满足下列要求：**

- a) 箱体可采用植草型生态框、鱼巢型生态框、仿石型生态框、阶梯型生态框、箱型生态框等型式。
- b) 箱体宜采用钢筋混凝土结构，在水位变动区及以下宜对穿设置生态孔。箱体内水下部分宜回填孔隙率大的透水性材料、水上部分宜回填种植土。
- c) 箱体底部应与护岸基础可靠连接。
- d) 箱体后方应根据结构缝及生态孔情况设置反滤结构。
- e) 适用于墙身高度不超过 2 m、后方具有开挖条件的航段。

**A.1.2 预制混凝土空心块体护岸宜满足下列要求：**

- a) 墙身空心块体之间应采用可靠连接，常水位以下块体宜设置生态孔。块体空腔内回填透水性材料，顶层块体空腔内回填种植土。
- b) 基础应采用现浇混凝土。
- c) 墙体后方回填土应密实。
- d) 适用于墙身高度不超过 2 m、后方具有开挖条件的航段。

**A.1.3 钢丝石笼护岸宜满足下列要求：**

- a) 钢丝石笼护岸由钢丝石笼网箱组成。钢丝石笼网箱为低碳钢丝编织制成的长方体网箱，网箱内填石块，石缝间宜采用掺入草籽的土进行密实。
- b) 钢丝石笼网箱内部宜根据长度设置隔板，单格尺寸不宜大于 1 m。
- c) 每层箱体之间宜采用无纺土工布埋入土中。
- d) 可建设成直立式、斜坡式和阶梯状护岸型式，斜坡式结构的坡度一般为 1:1.5~1:2。
- e) 具有亲水性、透水性、生态性的特点，不适用砂性边坡条件。
- f) 钢丝石笼宜与木桩、植物等生态措施配合应用。

**A.1.4 生态砌块护岸宜满足下列要求：**

- a) 生态砌块宜采用具有生物附着面的砌块型式，块体空腔内可填碎石或土。
- b) 砌块单元宜按照品字型叠放砌筑，上下块体之间应确保可靠连接。
- c) 生态砌块适用于墙身高度不超过 2 m、后方具有开挖条件的航段。

**A.1.5 生态鱼巢砖护岸宜满足下列要求：**

- a) 鱼巢砖宜采用强度不低于 C20 的素混凝土预制，壁厚 0.05 m~0.25 m。
- b) 鱼巢砖外形宜采用稳定性较高的正方体或长方体，礁体高度宜取常水深的 1/10 且不小于 0.5 m，宽高比根据水流条件宜取 1:0.5~1:1。
- c) 鱼巢砖可采用三面或多面开孔型式。开孔尺寸宜根据保护鱼类的体型大小确定，一般取 0.15 m~0.5 m。
- d) 鱼巢砖护岸可采用连续布置、间断布置、上下层布置等方式。
- e) 鱼巢砖结构底部可设置抛石基床，鱼巢砖结构背部与现状岸坡之间宜采用块石回填。

**A.1.6 生态袋护岸宜满足下列要求：**

- a) 生态袋袋体材料宜采用无纺布、编织布、无纺布复合等土工织物，其使用寿命宜大于植物达到整治效果的时间，且不低于5年。
  - b) 袋体内宜填充植生土和草籽，充盈率宜为0.7，植生土压实度不小于0.85，草籽种类宜根据植物特性选择适合本土生长的种类。
  - c) 生态袋的规格可根据需要制作，单个生态袋长度宜为0.8 m~1.1 m，宽度宜为0.4 m~0.5 m。
  - d) 生态袋袋体上下层应错缝堆放，断面上宜阶梯式叠放；袋体之间宜设置排水连接扣，水动力较强时可采用双层膜袋或肋状膜袋的连片生态袋。
  - e) 生态袋适用于护岸后方二级挡墙或一级挡墙与二级挡墙之间护坡。
- A. 1.7 木桩护岸宜满足下列要求：**
- a) 木桩底部削成锥形，并进行防腐处理。
  - b) 在原护岸基础前一定宽度范围处打入一排木桩，木桩顶部高程宜根据常水位确定。
  - c) 木桩后侧宜设置竹片和土工布。
  - d) 木桩与原护岸之间填土后宜种植芦苇、蒲苇等水生植物。
  - e) 木桩护岸适用于航道水域宽阔且需要种植水生植物的航段。
- A. 1.8 板桩护岸宜满足下列要求：**
- a) 材料为钢筋混凝土板桩或钢板桩。
  - b) 板桩护岸宜在原护岸前侧打设，顶部宜使用钢筋混凝土帽梁，后方与原护岸之间自下而上依次回填碎石、无纺土工布、回填土。
  - c) 墙后原土层或回填料为细颗粒土时，板桩之间的接缝应采取防漏土措施。
  - d) 板桩与原岸坡之间填土可种植芦苇、菖蒲等水生植物。
  - e) 适用于后方场地狭窄、不具备大开挖条件的航段或对已有护岸加固。
- A. 1.9 三维加筋网垫护坡宜满足下列要求：**
- a) 宜采用发丝状聚合物材料挤压于钢丝网面上成形，采用镀高尔凡进行防腐处理。
  - b) 网垫的网格尺寸宜为0.08 m×0.1 m。
  - c) 钢制锚固钉宜采用直径不宜小于0.008 m的“U”形钉或“Γ”形钉，塑料锚固钉宜采用直径不宜小于0.012 m的倒刺形钉，锚固长度不宜小于0.6 m。
  - d) 锚固钉宜采用梅花形布置，间距不大于1.5 m，护坡压顶、压脚及搭接缝处宜加密。
  - e) 网垫之间可采用搭接方式连接，搭接宽度不小于0.15 m，并采用钢丝绑扎，绑扎间距不大于0.2 m；也可采用绞合钢丝连接。
  - f) 网垫铺设时，宜保持平顺，避免与坡面分离。网垫边界需埋入锚固沟，沟内用碎石填充。
  - g) 网垫下层土体厚度不宜小于0.3 m，网垫上层宜覆盖0.05 m~0.15 m的种植土，避免阳光暴晒网垫。
  - h) 压顶宜采用混凝土或浆砌石结构，尺寸和重量应满足稳定要求；压脚宜采用格网石笼、混凝土或浆砌石结构，尺寸应满足抗冲刷要求。
- A. 1.10 混凝土框格护坡宜满足下列要求：**
- a) 混凝土框格可根据需要设计成不同形状。
  - b) 混凝土框格内宜结合植物措施进行面层防护。
  - c) 混凝土框格应设置变形缝，设置间距宜根据具体工程情况和设计要求确定。
  - d) 在河道凹岸拐弯处、岸边流速较大以及护坡坡脚处，应适当增大框格断面尺寸，并采用较大的块石充填小区格。
  - e) 混凝土框格护坡适用于岸坡稳定、水流流速较缓的航段。
- A. 1.11 生态型连锁块护坡宜满足下列要求：**

- a) 生态型连锁块为预制的高强混凝土格形块体，块体外轮廓设置齿槽、块体中间留置孔洞。
- b) 生态型连锁块护坡结构断面自下而上依次为素土层、砂垫层、排水垫、生态型连锁块。
- c) 生态型连锁块护坡宜设置混凝土护脚和压顶，护坡中间部分分别设置纵向和横向格梗。
- d) 铺设前应先整平坡面，自下而上依次铺设，铺设时每块连锁块宜紧密咬合且不留空隙。
- e) 护面结构验收后，孔内宜覆盖 0.1 m 左右厚度的种植土，选用耐淹性较强的水生植物草籽播种。

**附 录 B**  
**(资料性)**  
**生态护岸植物**

**表B.1 生态护岸植物表**

类 别		植 物 名 称
陆生植物	大乔木	水杉、榔榆、枫香、银杏、中山杉、薄壳山核桃（美国山核桃）、朴树、香椿、五角枫、三角枫、垂柳、无患子、刺槐、池杉、落羽杉、枫杨、杨树、麻栎、榆树、紫弹朴、黑弹朴、糙叶树、杜梨、皂荚、乌桕、重阳木、臭椿、楝（苦楝）、白蜡树、棕榈（淮河以南）、黄山栎树（全缘叶栎树）（淮河以南）、江南桫欏木（皖南山区、大别山区和江淮丘陵以南地区）、桫欏木（皖南地区）合欢
	小乔木	元宝槭、元竹类、丝棉木（白杜）
	灌木	木芙蓉、栾树、木槿、石榴、阔叶箬竹、紫穗槐、红瑞木、簸箕柳（杞柳）（适用于淮河流域）
	草本植物	狗牙根、吉祥草、白茅、葱兰、沿阶草、牛鞭草、鸢尾、麦冬、红蓼、萱草、红花酢浆草
	地被植物	狗牙根、吉祥草、葱兰、沿阶草、常青藤、高羊茅
水生植物	挺水植物	菖蒲、芦苇、水葱、黄菖蒲、香蒲、莎草、荷花、水烛（狭叶香蒲）、水芹、菰（茭白）、再力花、海寿花、千屈菜、慈菇、灯芯草、水生美人蕉
	浮水植物	睡莲、芡实、莼菜、菱、浮萍
	沉水植物	金鱼藻、苦草、黑藻、马来眼子菜、菹草
	漂浮植物	槐叶蘋、满江红、水龙、水鳖、凤眼莲、浮萍、紫萍

附录 C  
(资料性)  
内河常见水生生物

表C.1 内河常见水生生物表

类别	生物名称
鱼类	青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙、鳊、鳊、细鳞鲃、黄尾鲃、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、鲤、长吻鮠、翘嘴鲌、中华鳖、团头鲂、鲃、刀鲚、中华倒刺鲃、斑鲃、鲂、赤眼鲮、银鱼、日本鳊
虾类	青虾、克氏原螯虾、细足米虾、锯齿米虾
蟹贝类	田螺、泥螺、河蚬、背角无齿蚌、三角帆蚌、褶纹冠蚌
底栖动物	蜻蜓、水蚯蚓、水蜈蚣
微生物	球菌、杆菌、螺旋菌