



江苏省地方标准

DB32/T 4516—2023

生态河湖建设规范

Specification for construction of ecological river and lake

2023-07-25 发布

2023-08-25 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言Ⅲ

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 通则2

5 水安全保障2

6 水环境提升3

7 水生境改善3

8 水生生物保护4

9 水文化水景观建设5

10 水域空间管护.....6

11 工程验收.....7

附录A（资料性） 生态护岸型式.....8

附录B（资料性） 滨岸带植物配置原则11

参考文献14

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。

本文件由江苏省水利厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省水利厅生态河湖处、江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司、江苏省水利科学研究院、苏州园科生态建设集团有限公司。

本文件主要起草人：汪院生、张建华、秦灏、王俊、张亚洲、胡晓东、刘仲刚、展永兴、汪安宁、黄睿、王春美、吴芳、尹子龙、程实、徐季雄、孙岩、殷鹏、李霞、梁庆华、瞿海波、刘茗、张志来、毛安元、朱晓芳、唐仁。

生态河湖建设规范

1 范围

本文件规定了生态河湖建设的水安全保障、水环境提升、水生境改善、水生生物保护、水文化水景观建设、水域空间管护、工程验收等内容和要求。

本文件适用于列入《江苏省骨干河道名录》《江苏省湖泊保护名录》的河湖,其他类型河湖生态建设可参照执行。

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 50201 防洪标准
- GB 50286 堤防工程设计规范
- SL 492 水利水电工程环境保护设计规范
- SL 613 水资源保护规划编制规程
- SL 709 河湖生态保护与修复规划导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生态河湖 ecological river and lake

具有稳定的、有弹性的自然生态系统结构,能够满足较高标准的防洪、供水等社会服务功能需求的河流、湖泊。

[来源:DB32/T 3674—2019,3.1,有修改]

3.2

生态护岸 ecological revetment

利用植物或植物与土木结构相结合而构筑的,能对河湖坡面进行防护,还具备使河水与土壤相互渗透,增强河道自净能力,改善自然景观的一种护坡型式。

3.3

生物多样性 biodiversity

所有来源活的生物体中的变异性,这些来源包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体等,包括物种内部、物种之间和生态系统的多样性。

[来源:SL 709—2015,2.0.7]

3.4

滨岸带 riparian zone

河湖陆生生态系统与水生生态系统间的过渡带,其核心范围是最高水位线和最低水位线之间的水位

变幅区。

4 通则

- 4.1 应根据河湖的实际情况,协调防洪、排涝、供水、生态等方面需求和关系,明确水文情势、水质状况、河湖形态、生物状况等方面的具体指标和建设目标。
- 4.2 应统筹地方生态文明建设规划要求与部署,以生态优先、绿色发展为导向,分步实施。
- 4.3 应与城镇、乡村振兴等相关规划做好衔接,若有航运、旅游、文化或其他特殊要求,需进行相关专项设计。
- 4.4 应根据不同的水文、地质条件差异,因地制宜选择合适的工程技术措施。

5 水安全保障

5.1 基本要求

- 5.1.1 应根据河湖防洪保护区域经济社会发展状况、保护对象的重要性,按照 GB 50201 的要求确定河湖的防洪标准。
- 5.1.2 应保持河湖自然通畅,控制河湖缩窄或裁弯取直,不应填埋河湖。
- 5.1.3 涉河、涉湖建设不应减少现状水域面积,不应影响水域功能或改变水功能区用途。

5.2 防洪安全保障

- 5.2.1 堤防断面结合陆域景观地形塑造或有海绵城市建设需求时,设计堤顶高程、宽度范围内的填筑土料土质、压实度等应满足 GB 50286 的要求。
- 5.2.2 防浪墙可与园林景观墙、花坛、踏步、栏杆等构筑物相结合,可选用砌石、混凝土、金属、玻璃、复合材料等多种材质,防浪墙应进行强度和稳定性核算。
- 5.2.3 综合考虑地形地貌、河湖功能、水文特征、周边环境等因素确定堤防型式,包括斜坡式、直立式、复合式等。各堤防型式满足以下要求:
 - a) 斜坡式堤防应从有利于植物生长、保持水土、利于管护等方面,选择适宜的斜坡坡度;
 - b) 直立式堤防在确保堤防稳定下应采用生态元素;
 - c) 复合式堤防宜考虑景观休闲和亲水性的需要。
- 5.2.4 护岸工程应符合 GB 50286 的要求,并宜采用工程措施与生物措施相结合的方式防护,护岸型式选择见附录 A。

5.3 供水安全保障

- 5.3.1 应处理好水资源开发与保护关系,坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产的原则;统筹兼顾,协调生活、生产和生态用水,协调上下游、左右岸、干支流、地表水和地下水的关系。
- 5.3.2 应科学调度,优化水资源配置,提高水资源利用效率,增强河湖的供水安全保障能力。
- 5.3.3 当发生特殊干旱等突发事件时,在确保防洪安全的前提下,可开展应急水量调度。

5.4 水域空间安全保障

- 5.4.1 建设项目应满足行洪安全,留足行洪、滞洪空间,确保现有河湖水域面积不减少、滞洪空间不占用。
- 5.4.2 工程设施占用水域的,应根据建设项目所占用的水域面积、容量及其对水域功能的不利影响,建设等效替代水域工程。

6 水环境提升

6.1 基本要求

6.1.1 河湖水质应满足水环境考核断面、水功能区水质的目标。

6.1.2 水质良好的河湖应遵循水质不降低原则进行保护,现状水质低于管控目标的河湖应在加强外源治理与控制的基础上实施生态清淤、入湖河道治理等措施。

6.1.3 河湖水体应保持清澈,岸坡清洁,无明显垃圾和淤泥聚集,无较大面积漂浮物等集聚现象,滨水空间环境质量良好,不应存在裸露土体和水土流失现象。

6.2 生态清淤

6.2.1 应根据具体河湖的自然地理、地质及污染状况等特征,制定河湖底泥清淤方案,开展清淤疏浚工作。

6.2.2 清淤方式宜采用生态环保型清淤疏浚设备和工艺,减少施工对水体的扰动。

6.3 入湖河道治理

6.3.1 应根据河湖及周边水系格局、水资源条件、生态环境特点和经济社会发展要求,结合水系演变规律,统筹考虑水系连通需求与可能性,实施水系连通工程,改善水动力条件。

6.3.2 在确保防洪除涝安全前提下,可采用前置库、前置塘等适宜性生态修复技术措施,增加河水入湖前的滞留时间,净化污染物,提升入湖水体质量。

7 水生境改善

7.1 基本要求

7.1.1 为确保河湖生态水位(流量)目标,有生态水位(流量)保障要求的河湖应制定生态水位(流量)保障方案。

7.1.2 生态护岸结构设计应遵循“安全、环保、生态、节能”的理念,力求技术可行,经济合理。

7.1.3 河道断面多样性修复应以改善河道生态系统的结构、充分发挥栖息地功能和提高生物群落多样性为导向。

7.2 生态水位(流量)保障

7.2.1 应根据河湖生态保护对象,明确河湖生态水位(流量)控制断面。

7.2.2 宜结合生态水位(流量)各计算方法的适用条件和数据获取情况,选取合适的计算方法,确定河湖控制断面生态水位(流量)目标,并应符合 SL 613 和 SL 709 的有关规定。

7.2.3 应明确河湖生态水位(流量)保障方案,科学制定水量调度方案和调度计划。

7.3 生态护岸建设

7.3.1 应根据河湖岸坡坡度、水流特点和岸坡土质等因素,选择适宜的生态护岸结构型式,具体见附录 A。

7.3.2 应合理分析生态护岸在重力、水流拖拽力、坡内渗流作用力和波浪吸力作用下的整体稳定性和局部稳定性,分析计算坡脚淘刷深度及范围,保证工程安全,具体可参照 GB 50286 的有关规定。

7.3.3 宜充分发挥植被根系在生态护岸结构中的加筋与锚固作用,必要时进行植被根系生长和岸坡土

体强度加强效果试验。

7.3.4 结合生态保护和景观建设要求,宜采用覆土工法、原位植生等技术对硬质化护岸工程进行生态化改造,并采取加固措施。

7.4 河道断面多样性

7.4.1 河道断面多样性修复包括纵断面坡降确定、横断面多样性改善、深潭浅滩序列布局等。

7.4.2 河道横断面应满足功能需求,设计中尽量保持河道断面天然性、多样性和环境协调性。

7.4.3 横断面多样性修复应综合考虑河段功能、行洪安全、平面形态、泥沙冲淤等因素,设置主河槽、河漫滩、河滨带等多种地貌形态,避免采用规则几何断面,缺水地区应避免形成大水面。

7.4.4 河道纵向坡降宜采用自然坡比,避免采用单一坡降,并与河道内栖息地加强结构相结合。当采用多级跌水调整纵向坡降时,平原地区单级跌水高度宜不小于 0.3 m,山丘区单级跌水高度可因地制宜,根据地形地貌合理确定。

7.4.5 在河道或主河槽内宜合理布局深潭—浅滩序列,包括位置设定、控制断面宽度和深度确定、河床基质铺设等。

7.5 河湖岸带建设

7.5.1 城镇河湖岸带宜遵循现有的形态布局,着重微地形改造、护岸改造、水质净化、生态绿化和生态景观营造,外部适当增加休闲空间满足居民使用。

7.5.2 农村河湖岸带建设宜着重生物多样性保护及营造、水生动植物恢复及生态绿化。

7.5.3 河湖岸带宽度宜根据河湖形态、土壤类型、相邻土地利用、区域规划功能等情况综合确定。

7.6 退圩还湖

7.6.1 应详细调查分析湖泊周边围垦区状况,综合考虑水资源条件、生态敏感区布局、沿湖地区经济社会发展与保护需求,科学规划退圩还湖方案。

7.6.2 退圩还湖工程实施后的湖泊形态应有利于湖泊生态修复,并满足湖区行水要求。

7.6.3 退圩还湖工程实施后应根据实际情况相应调整湖泊保护范围和蓄水保护范围。

8 水生生物保护

8.1 基本要求

8.1.1 开展生物现状调查和评价工作,评估河湖水生植物和水生动物多样性现状及受威胁情况。

8.1.2 规划设计过程中应根据环境地形、水流形式、水质情况,构造多样化植物群落结构和生境类型。

8.1.3 水生植物群落多样性修复适用于流速缓慢、河岸带缓坡、水深小于 3 m、岸线复杂性高的岸段。可优先采用本地植物,不应使用外来品种,慎重使用易蔓延的物种。

8.1.4 构建包括鱼类、两栖类、爬行类、底栖动物(甲壳类、头足类)等水生动物的水生动物群落。

8.1.5 河湖水生动物多样性恢复应以自然繁衍为主,人工投放为辅,投放时应考虑对水生植物系统的保护,禁止投放大量草食性鱼类和外来物种。

8.2 土著生物保护

8.2.1 尊重自然规律、顺应自然,尽可能降低人为干扰,营造土著生物适宜生境。

8.2.2 应遵循以自然恢复为主、人工恢复为辅的土著生物恢复策略,选择乡土野生植物物种,完善土著生物食物链,建立恢复以土著生物为优势种的水生生态系统。

8.2.3 河湖岸带建设施工应避开水生动植物生长和鱼类洄游、繁殖等敏感期,尤其是对湖岸带进行清淤疏浚时,适当间隔保留部分原有湖岸,提供原生动植物生境条件。

8.3 生物多样性恢复

8.3.1 水生动植物恢复符合以下技术要求。

- a) 挺水植物优先选择所在区域常见植物,挺水植物种植在水下 20 cm~30 cm 处,种植面积占河湖岸带恢复区水面的 20%,种植密度为 2 丛/m²~10 丛/m²;在景观要求较高的河湖,可合理搭配观花和观叶植物,考虑设置定植桩、定植沟或定植墙等根控措施。
- b) 浮叶植物宜采用盆栽方式控制其扩散,不应配置水葫芦等易爆发性繁殖的漂浮植物,可适当引入荇菜和菱,采用围网、底泥清理等措施进行控制。
- c) 沉水植物宜合理搭配耐寒种及常温种,种植面积占河湖岸带恢复区水面的 10%,选用水质净化功能强、易管理维护的地方性种类,种植密度为 30 株/m²~100 株/m²。
- d) 水生动物恢复宜选择不同季相的种类。螺类、贝类投放密度为 10 kg/亩~20 kg/亩,杂食性虾类投放密度为每亩 2 kg~3 kg,鱼类投放密度为每亩 5 kg~10 kg。

8.3.2 水生植物种植和水生动物投放种类按以下要求执行:

- a) 水生植物修复宜选择以挺水植物为主、沉水植物为辅,结合少量漂浮植物的全系列生态系统修复模式,优先选择土著物种和低维护的水生植物种类;
- b) 骨干河道及通航河道,在保证行洪(泄洪)断面及通航要求的基础上,可适当配置水生植物,以根系发达、抗冲刷能力强的种类为主;
- c) 城市河段河道,可结合周边环境需要,配置体现本地文化特色的、景观效果较好的植物种类;
- d) 水生动物宜首先修复螺类、贝类、杂食性虾类,待群落稳定后,可引入本地肉食性鱼类。底栖动物选择河湖所在区域常见物种。

8.3.3 加强植物群落维护管理,分区域进行轮期清理、收割。

8.3.4 结合定期投放、捕捞等方式对动物群落进行管理,保证水生生态系统稳定健康发展。

9 水文化水景观建设

9.1 基本要求

9.1.1 应在河湖文化景观资源充分调查评价的基础上,对具有保护、挖掘、开发利用的各类文化景观资源进行统筹规划,并与周边的自然特色、历史人文、生态环境相协调。

9.1.2 在满足水安全的前提下,根据居民对生产、生活、文化、娱乐等的不同需求,建设亲水便民设施、无障碍设施等,新建亲水便民设施与常水位的高差应兼顾安全、美观等要求。

9.1.3 水景观建设包括陆域景观、消落带景观及水域景观,设计及建设过程中宜以生态为主,河湖水岸的形态规划、景观布局,以及涉河、涉湖构筑物型式应与河湖沿岸景观环境相协调。

9.2 水文化传承

9.2.1 应开展河湖管理范围内的水文化遗产调查工作,做好水文化的挖掘和档案建设。

9.2.2 有保护价值的古代水利工程设施如古堰、古陂、古渡口、古码头、古桥、古堤、古井、古水庙、古闸、古栈道、古排灌工程等,应设立保护标识,对已损坏或损毁的水利文化遗产,宜原址修复。

9.2.3 宜选择合理的位置、形式、内容,构建布局合理、类型齐全、功能完备的水文化公共展示载体。

9.3 亲水景观设施布置

9.3.1 亲水性设施主要包括亲水平台、慢行道、亲水栈道等,硬质景观主要包括滨水广场、滨水公园、景观建筑、景观小品等。亲水设施宜选择自然生态无污染的材料。

9.3.2 城镇、城郊区河湖景观设计应结合城市规划、市政建设和园林绿化的要求,合理设置亲水便民设施,满足观赏和休闲需求。农村可结合村庄布置功能性亲水设施,其型式可结合取水、泊船等功能设置。

9.3.3 亲水平台的设置不应影响行洪和堤防安全,应设置在缓流、水浅、常水位小的地段,平台台阶的宽度不宜小于 0.3 m,高度不宜小于 0.15 m,台阶的延伸范围宜大于常水位的变幅,最低一级台阶宜延伸至常水位以下,应采取防滑措施和安全警示牌。

9.3.4 滨水慢行道应满足防洪、堤防巡查和便民生活的需求,宜与堤顶路相结合,宽度宜不小于 1.5 m,高程宜大于常水位 0.5 m,色彩宜与河湖环境、植被类型相协调,路面材料宜自然生态,并满足稳定、平整、抗滑、防冻、经久耐用等要求。

9.3.5 亲水栈道的结构材质宜采用钢筋混凝土,栈道铺装面层宜采用石材、仿木混凝土或塑木等,尽量避免使用木材,栈道两侧水深大于 0.5 m 时,应设置防护栏杆。

9.3.6 滨水小公园宜设置于桥头、路口、古迹、古木、人流聚集点、洲滩河湖节点处,并体现地方特色。

9.3.7 不设置防护栏杆的景观桥、亲水平台、亲水台阶等亲水景观设施,临水侧 2 m 范围内的常水位水深不应大于 0.5 m。

9.3.8 应根据使用人群和场地需求合理布置配套设施,包括管理用房、公共厕所、灯光亮化、停车场、坐凳、垃圾箱、标识牌、警示牌等。

9.4 水景观植物配置

9.4.1 滨岸带植物由岸带往水域扩展,包括陆域植物、消落带植物及水域植物,应根据植物的生长习性、水深、风浪、水体透明度等合理布置适宜的植物类别,可参照附录 B 执行。

9.4.2 陆域植物宜适当营造滨水植物景观带,采用藤本或垂挂植物对硬质护岸进行美化。

9.4.3 消落带植物品种的选择应综合考虑生态环境、经济效益、景观功能等需求,做好从陆域到水域景观的自然过渡。

9.4.4 水域植物应充分考虑河湖生态平衡,合理选择耐受性较高的水生植物,综合考虑环境条件、生态功能与视觉效果的要求,优化植物配置群落。

10 水域空间管护

10.1 基本要求

10.1.1 应划定河湖管理(保护)范围,新建工程划界确权应与工程建设同步完成。

10.1.2 应根据生态系统保护和修复的目标、指标综合确定生态监测内容,内容包括水文情势、水环境、地貌多样性和生物群落多样性等。

10.1.3 应全面落实河湖长制要求,建立河湖巡查、保洁、执法等日常管理制度,落实河湖管理保护责任主体、人员、设备和经费,实行河湖动态监控。

10.2 空间划分

10.2.1 应强化岸线保护和节约集约利用,开展岸线利用项目调查登记和分区管理工作,合理确定河湖生产、生活、生态岸线比例。

10.2.2 应科学划定岸线保护区、保留区、控制利用区和开发利用区,建立岸线自然资源总量管理、节约集

约利用和违规退出制度。

10.3 监测设施布控

10.3.1 应依据工程安全运行和方便管理需要,设立必要的水位、位移、渗流、扬压力等观测、监测设施。

10.3.2 应在相关监测点、管理房、建筑物、重要堰坝、险工险段等重要位置布设必要的视频监控设施,有条件区域可形成实时监测网络体系,对河湖生态要素进行实时监测、传输和管理。

10.4 生态监测

10.4.1 生态监测主要包括理化因子监测、水生生物监测以及水生生境监测。

10.4.2 生态监测应在河湖生态现状调查评价基础上进行,并在施工期和竣工后运行期连续进行。工程竣工后至少应保证连续 3 年的监测时间,并符合 SL 492 的相关规定。

10.4.3 应根据监测内容形成监测指标体系,并建设生态监测站网。生态监测站网布设宜采取连续定位观测站点、临时性监测站点和周期性普查相结合的方式。

10.5 长效管护机制建立

10.5.1 建立健全河湖长效管护机制,各乡镇、街道行政区划范围内设置段(网)格长 1 名(可根据当地河湖管理实际情况设置在市级、县级或乡级)。

10.5.2 段(网)格长应为所辖段(网)格的巡查第一责任人,具体负责其责任段(网)格内河湖管理与保护的巡查工作,及时向上级水行政主管部门通报所辖段(网)格的管理和保护情况,做到早发现、早制止、早处理。

10.5.3 细化推进河湖管理体制变革,落实管护主体、责任和经费,推行河湖长效管护市场化、专业化、标准化、精细化管理。引导和鼓励社会公众积极参与河湖管理保护,形成社会共管共享格局。

11 工程验收

11.1 生态河湖工程验收应依据国家现行有关法律、法规、规章和技术标准开展,有关主管部门的规定以及经批准的工程设计文件等。

11.2 工程验收应以监测、调查等方式评估是否达到设计目标,并以此作为专项设施验收通过的条件。

11.3 生态河湖工程验收内容应包括:

- a) 工程是否按照批准的生态河湖设计方案进行建设;
- b) 已完工程在设计、施工等方面相关资料的收集、整理和归档情况;
- c) 已完工程是否符合生态河湖建设标准。

附 录 A
(资料性)
生态护岸型式

A.1 与传统护岸相结合型式

A.1.1 自然植被护岸

以天然植被替代硬质护岸,利用根系发达的植物作为结构主体元素,在植物群落生长和建群过程中加固和稳定边坡,既可防止水土流失,又可满足生态环境修复需求。该护岸型式施工简单,造价低廉,但其抗冲刷能力差,通常适用于规模较小、土质较好、流速不大、坡度较缓且适宜草类生长的河湖。

A.1.2 抛石护脚+植草护坡

在坡脚处抛填适当粒径的石块,于自然岸坡上采用植草覆盖防护,防止岸坡坍塌与冲蚀。该护岸型式取材便利,施工简单,景观和生态性较好,但存在抗冲刷能力弱、对石块外观质量和粒径要求高等缺点,一般适用于景观要求较高岸段,为保证石块稳定,宜采用木桩固脚,扦插流苏树、落羽杉、柳条等植物。

A.1.3 木(竹)桩植被复合护岸

A.1.3.1 在河湖底部位顺水流向密打木(竹)桩以抵御水位变幅区水流的冲刷淘蚀。上部土坡可种植根系发达、观赏性较好的水陆两栖植物。根据景观及植物种植需要,沿坡面可分级设置木(竹)桩。对现有硬质护岸亦可拆除水上部分后进行木(竹)桩生态化改造。该护岸型式不仅可满足生态型岸坡去硬质化的要求,还可满足一定的抗冲刷能力,一般适用于水量较小、流速较低、有一定景观需求的大部分自然原型河岸。

A.1.3.2 需采购新鲜、无虫眼、无裂纹的松木,所选松木的桩长宜比设计桩长稍长,且木材材质均匀,无明显弯曲。采用防腐剂浸泡充分,做好防腐处理。桩端头削成约30 cm尖锥状,以便沉桩,锤击端需以铁丝箍匝牢固,以防锤击时锤击端损坏。打桩完毕后,清除浮土,锯平桩头。

A.1.4 干砌块石生态护岸

形式结构简单,主要利用石料干砌,空隙间种植绿植,供植物生长和水陆物质交换,形成直立或具有一定坡度的护岸。该护岸施工简单,造价低廉,与周边景观协调性好,但抗冲刷能力较弱,整体性较差,一般适用于陆域用地有保障的非通航河道和城市景观河湖。

A.1.5 钢丝网石笼结构生态护岸

A.1.5.1 由镀锌或喷塑钢丝网笼装块石、碎石组成,选用耐锈蚀的镀锌钢丝网笼,填充石料等。石笼经石料填充,构成具有柔性、透水性及整体性的结构,适应比较大的岸坡不均匀沉降,抗冲刷能力强,透水性良好。根据需要可结合绿化增设肥料及种植土。块石间的空隙能为河湖中的微生物、鱼类及其他水生物提供一个良好的生态环境,一般适用于高流速、冲蚀严重、岸坡渗水多的缓坡河湖。钢丝网石笼结构生态护岸所采用的机编网钢丝材质可参考YB/T 4190。

A.1.5.2 坡式护岸施工时需同时均匀的向一组护垫的各网格内填入石料,严禁往单个网格内填入石料,填充石料顶面宜适当高出护垫,但需密实,空隙可用小碎石填塞。间隔网与网身宜成90°相交后才可绑扎成护垫状,组合钢丝需与网线同材质,每道绑扎需是双股线并绞紧。间隔网与网身的四处交角各绑扎一

道;间隔网与网身交接处,每间隔 25 cm 绑扎一道。

A.1.5.3 墙式护岸网箱内填充石料前,采取在网箱前、后面绑扎竹竿或木棒等加固措施,同时均匀地向同层的各箱格内投料,以保证网箱裸露面的平整度,待填充石料施工结束后拆除竹竿或木棒。填料施工中,控制每层投料厚度 ≤ 30 cm,严禁将单格网箱一次性投满。网箱层间砌体纵横交错,上下联结,严禁出现“通缝”,每层网箱组适当放置“丁”字箱体;砌体外露面平整美观。

A.1.6 预制混凝土连锁块护岸

A.1.6.1 一种集护坡、生态恢复、装饰于一体的生态建设系统,常用于岸坡侵蚀防护,其设计较为独特,每块连锁砖块与附近的 6 块砖产生超强连接作用,护坡系统在水流冲刷作用下仍能保持较高的整体稳定性。块体空心处填充卵石、原表层土或腐殖土等,供植被生长和水体渗流。该护岸抗冲刷能力良好、结构整体性好、施工便捷、适应能力强,一般适用于水流和风浪淘刷侵蚀严重、坡面相对平整的岸坡。

A.1.6.2 为提高施工精度和速度,一般可在生产厂或就把连锁型混凝土块用绳索连接成适合本工程大小的连锁铺面垫子,并利用起重机和专用展延栅一次性安装到已准备好的土基上。顶部需把一部分连锁块埋入土内,并将其系索锚固在系排梁内,底部可挖壕沟把一部分连锁块埋进土内或者一定长度的垫子摊铺在河底表面上。

A.1.6.3 接缝处 < 5 cm 的缝隙可以忽略,但如果缝隙过大则需用素混凝土填缝。

A.1.7 混凝土砌块护岸

A.1.7.1 由普通混凝土制作的开孔式砌块或实心砌块体,采用连锁、铰接等方式堆筑而成,能防止岸坡土壤水土冲刷流失,同时砌块的预留开孔以及块体连接间的缝隙也为水陆物质交换提供有利条件。该护岸施工便利、造价经济、墙后开挖量小、生态景观效果好,一般适用于陆域用地有保障的各类行洪河道。混凝土砌块需符合 JC/T 2094 的规定,护岸临土侧宜设置反滤结构,开孔率一般为 20%~40%。

A.1.7.2 每层砌块安装好后,可按铺设土工布、填料、压实、铺设加筋带、铺设土工布、填料、压实、安装上层面板、铺设加筋带工序施工。如此反复,直至墙顶。完成墙面板安装后,在块体的植草孔中填入含有草种的土体。

A.1.7.3 加筋带铺设时,纵向不同宽幅土工格栅搭接长度需满足要求,保证压入砌块之间 ≥ 20 cm;摆放时宜拉平绷紧,尾部需固定在下层碾压土上。每铺完一层加筋带,进行一次填筑。面层块体以下 100 cm 采用人工摊铺、小型机械压实。先从砌块面层后轻压,再逐步向加筋中心压实,并随时观察砌块稳定情况,防止砌块错位。

A.2 与土工合成材料相结合型式

A.2.1 三维植生网垫护岸

三维植生网垫由土工网垫或格栅、种植基质、草籽等组成。该种材料护岸表层凹凸不平,留有 90% 以上的空间可填充土壤和沙粒,植物的根系穿过网孔生长,长成后的草皮可与表层泥土牢固结合,由于植物根系可深达地表以下 30 cm~40 cm,能起到很好固土护坡的作用。三维植生网垫护岸对所用土工材料的性能指标及试验方法需符合 GB/T 18744 的规定。

A.2.2 土工格室护岸

土工格室是将强化的高密度聚乙烯(HDPE)片材经高强度超声波焊接而形成的一种三维网状格室结构。该结构伸缩自如,运输可折叠,施工时张拉成网状,展开成蜂窝状的立体网格,填入泥土、碎石、混

凝土等松散物料,构成具有强大侧向限制和大刚度的结构体。土工格室可置于岸坡土体中,并在形成的格室里面放置腐殖土,本土植物物种、碎石等材料组成的混合物,同时还可扦插不同植物类型的活枝条。格室内可填充土壤或碎石,水下有利于水生植物的生长,水上可植草和灌木,在原始坡面无法恢复植被的情况下,同样可获得理想的绿化效果,环保效益高。

A.2.3 生态(模)袋护岸

生态袋是以聚丙烯(PP)及其他高分子材料为原材料,复合针刺制成的双面熨烫无纺布加工而成的袋子。生态模袋是由聚合高分子材料复合而成的人工土工布料制成的。将生态(模)袋单体砌合连接成一个结构稳定的整体护岸结构,在袋中装入含腐殖质的土体作为植被生长的基质,装填按科学比例混合的本地土壤和砂石等,通过连接扣、加筋格栅等组件连接,并利用连接扣等连接组件堆叠而成,为植物提供生长环境。生态模袋材质要求需符合 GB/T 17639 和 JT/T 1432.2 的规定。该护岸适用于较陡岸坡的侵蚀防护,并提供多样性栖息地环境。由于生态(模)袋本身具有较高的挠曲性,可适应坡面的局部变形,并可形成阶梯坡状,抵御较大流速,起到护脚和增加岸坡稳定性的作用,适合于岸坡坡度不均匀的区域。

A.3 采用新型植被生长基质材料型式

A.3.1 生态混凝土护岸

由多孔混凝土、保水材料、缓释肥料和表层土组成,可分为坡式和墙式两种结构。主要采用多孔生态混凝土等多孔介质材料,构成带有孔状的适合动植物生存的护岸结构形式,施工简便,抗冲刷能力强,能为动、植物生长提供有利条件,净化水质,可同时兼顾生态型护岸和景观型护岸的要求。坡式生态混凝土护岸适宜岸坡较为平整,能提供较大施工作业面,并有养护条件的场合,可采用液压喷播或铺植草皮等绿化方式;墙式生态混凝土护岸主要采用砌块型式,经多种方式镶嵌组合,构成一个整体。生态混凝土材质需符合 JC/T 2557 和 JC/T 2558 的规定。

A.3.2 水泥生态种植基

A.3.2.1 由固体、液体和气体三相组成的具有一定强度的多孔性材料。固体物质主要包括土壤、肥料、有机质及由低碱性的水泥、河砂组成的胶凝生态混凝土。护坡表面回填种植土需采用可耕作的土料,回填土料含水率不小于 15%。回填土时可人工摊平并轻压,摊平后的土料平均厚度不大于 20 mm。

A.3.2.2 浇筑生态混凝土护坡前需预先在底面铺设一层小粒径碎石。生态混凝土进入框架、格室内后,及时平整,可采用微型电动抹具压平或人工压实表面,保证与框架梁或格室紧密结合,不宜采用大功率振捣器进行振捣。

A.3.2.3 预制生态混凝土箱体采用专用设备制作。成型完毕后需及时养护,箱体表面不可有蜂窝麻面。养护 3 d 后,可填浇生态混凝土内芯。对于水上挡墙的生态混凝土箱式砌块内,应在内芯生态混凝土浇筑并养护 7 d 后,向孔隙内充灌盐碱改良材料、结材料等,固体物质间由稻草秸秆等成孔材料形成孔隙,在种植基内还可填充保水剂。

A.3.3 土壤固化剂

将聚丙烯酰胺、聚醋酸乙烯酯等高分子聚合物的水溶液掺入土体中,与土体混合后经过一系列物理化学反应,固化剂中的固化分子形成三维网状结构,提高土体的抗压、抗渗、抗折等力学性能指标,同时提供植物生长的必要土壤环境。高分子固化剂作为一种新型的土体改良材料,可以在很大程度上改善土体强度、水稳定性和抗冲刷性等。

附录 B
(资料性)
滨岸带植物配置原则

B.1 滨岸带植物选择的基本原则

- B.1.1 根据植物的生态和生物学特性,结合河湖类型和当地条件进行合理选择。
- B.1.2 选择的植物种类宜具有较高的去污染物能力。
- B.1.3 选择的植物宜注重生态功能与视觉景观的相协调。
- B.1.4 选择的植物种类对河湖植物群落亲和能力强,可形成物种之间的生态平衡。
- B.1.5 以优良的乡土树种为主,少用或不用外地植物种类,减少养护成本。
- B.1.6 选用种子来源充足、容易更新、育苗容易并能大量繁殖的种类,以减少养护成本。

B.2 滨岸带植物的分类及种植原则

B.2.1 滨岸带植物的分类

按照种植位置及高程,滨岸带植物可分为陆域植物、消落带植物和水域植物,如下:

- a) 陆域植物:种植于设计洪水位以上的岸坡及附近;
- b) 消落带植物:种植于常水位至洪水位之间的岸坡;
- c) 水域植物:种植于常水位附近及以下区域。

B.2.2 陆域植物的种植原则及品种选择

B.2.2.1 陆域植物的种植原则如下:

- a) 植物配置需以总体设计确定的植物组群类型及效果要求为依据;
- b) 植物配置宜采取乔灌草结合的方式,避免生态习性相克植物搭配;
- c) 植物组群的营造宜采用常绿树种与落叶树种搭配,常绿树与落叶树比例不宜低于 1/3,速生树种与慢生树种相结合,以发挥良好的生态效益,形成优美的景观效果;
- d) 植物配置宜考虑河湖防洪功能及管理养护的需求,应合理预留防汛、检修及绿化管养通道;
- e) 植物配置需确定合理种植密度,为植物生长预留空间,对具有地下横走茎的植物设隔挡设施。

B.2.2.2 陆域植物品种宜选择具有较强耐干旱和耐瘠薄能力且适合粗放管养的植物,常见植物如下:

- a) 木本植物:旱柳、女贞、水杉、栾树、枫香、刺槐、枫杨、楝树、蜡梅、桃树、木槿、枣树、榔榆、紫荆、海棠、无患子等;
- b) 灌木地被植物:毛鹃、女贞、海桐、大叶黄杨、栀子、南天竹、杞柳、冬青、金钟花、黄馨等、金鸡菊、狼尾草等。

B.2.3 消落带植物的种植原则及品种选择

B.2.3.1 消落带植物的种植原则如下:

- a) 在不同水位条件下进行湿生植物的选择,通常在正常水位与 1 年~2 年一遇的洪水位之间选择较耐淹树种,在 1 年~2 年洪水位与 5 年一遇洪水位之间不宜选择不耐淹树种;

- b) 根据植物种植空间、阳光、土壤水分、空气湿度的不同,区分种植阳性湿生植物与阴性湿生植物;
- c) 根据湿生植物的生态学习性选择种植位置,以木本植物为主,以地被与草本植物为辅,在湿生植物种植区需避免大面积种植草皮;
- d) 水岸边坡采用硬质挡墙时,在湿生植物种植范围宜选取攀援与垂挂的湿生植物对挡墙进行遮挡。

B.2.3.2 消落带植物的品种选择:宜选择根系发达、耐水湿、较耐水淹、抗冲刷性能好、固土能力强的植物,常见植物如下:

- a) 耐水湿的木本植物:旱柳、垂柳、枫杨、水杉、乌桕、女贞、海滨木槿、木芙蓉、夹竹桃等;
- b) 较耐水淹的木本植物:水松、墨西哥落羽杉、池杉、中山杉等;
- c) 耐水湿的灌木和草本植物:栀子、二月兰、萱草、矮蒲苇、白三叶、薄荷、洒金桃叶珊瑚等;
- d) 较耐淹的灌木和草本植物:彩叶杞柳、鸢尾、铜钱草、旱伞草、菖蒲、白鹭草、灯芯草等。

B.2.4 水域植物的种植原则及品种选择

B.2.4.1 水域植物的种植原则如下:

- a) 在相应水位条件下,宜选择合适的生活型的挺水植物、浮叶植物和沉水植物,完善水生植物群落,提高水体生态系统的自净能力;
- b) 常水位至 50 cm 水深处建议种植挺水植物,常水位以下 50 cm~80 cm 处建议种植浮叶植物,沉水植物建议种植在水体能能见度 1.5 倍以内的水深区域内;
- c) 合理选择种植密度为水生植物生长留有一定空间;
- d) 充分考虑平面布局、立面层次、色彩搭配与季相变化,营建诗情画意的水生植物景观;
- e) 注重色彩的搭配,着重考虑春季萌发时的叶色变化,以及叶色和花色的组合,丰富水景色彩;
- f) 充分考虑季相变化,适当配置常绿水生植物。

B.2.4.2 水域植物品种宜选择具有水质净化功能的水生植物和耐水淹树种,常见植物如下。

- a) 挺水植物:芦苇、千屈菜、梭鱼草、黄菖蒲、美人蕉、芦竹、花叶水葱、水生鸢尾等。
- b) 浮叶植物:睡莲、萍蓬草、荇菜、芡实等。
- c) 沉水植物:轮叶黑藻、金鱼藻、苦草、马来眼子菜、大茨藻、小茨藻、篦齿眼子菜、菹草、狐尾藻、轮藻(大型藻类)等,严格杜绝外来物种(如水盾草、伊乐藻等)。在满足水质生态净化功能和维持生物多样性的前提下,优选基生草,后选茎生草。
- d) 耐水淹树种:水松、墨西哥落羽杉、池杉、中山杉等。

表 B.1 给出了滨岸带植物品种选择。

表 B.1 滨岸带植物品种选择

陆域植物		消落带植物		水域植物	
木本植物	木本植物:旱柳、女贞、水杉、栾树、枫香、刺槐、枫杨、榉树、蜡梅、桃树、木槿、枣树、榔榆、紫荆、海棠、无患子	耐水湿的木本植物	旱柳、垂柳、枫杨、水杉、乌桕、女贞、海滨木槿、木芙蓉、夹竹桃	挺水植物	芦苇、千屈菜、梭鱼草、黄菖蒲、美人蕉、芦竹、花叶水葱、水生鸢尾

表 B.1 滨岸带植物品种选择（续）

陆域植物		消落带植物		水域植物	
灌木地被	毛鹃、女贞、海桐、大叶黄杨、栀子、南天竹、杞柳、冬青、金钟花、黄馨、金鸡菊、狼尾草	较耐水淹的木本植物	水松、墨西哥落羽杉、池杉、中山杉	浮叶植物	睡莲、萍蓬草、荇菜、芡实
		耐水湿的灌木和草本植物	栀子、二月兰、萱草、矮蒲苇、白三叶、薄荷、洒金桃叶珊瑚、红瑞木	沉水植物	轮叶黑藻、金鱼藻、苦草、马来眼子菜、大茨藻、小茨藻、篦齿眼子菜、菹草、狐尾藻、轮藻
		较耐淹的灌木和草本植物	彩叶杞柳、鸢尾、铜钱草、旱伞草、菖蒲、白鹭草、灯芯草、千屈菜	耐水淹树种	水松、墨西哥落羽杉、池杉、中山杉

B.3 滨岸带植物种植要点

- B.3.1 滨水区宜根据水流速度、水体深度、水体水质控制目标确定植物种类,以保证植物能够成活和正常生长。
- B.3.2 苗木的种植宜选择在合适的季节进行,尽量避开汛期或其他灾害天气,保证苗木的种植成活率和种植效果。
- B.3.3 确定合理植物配置种植密度,为生长预留空间,并考虑植物的养护管理及收割,合理预留管养通道。
- B.3.4 在水域范围内种植的苗木,需充分考虑水流、风浪、土壤沉降等影响其稳定性的各种因素,可采用加强苗木支撑的方式,保证苗木的安全和稳定。
- B.3.5 种植土的厚度和理化性质需符合 CJ/T 340 的规定。营养土和肥料宜根据当地土壤的具体性质进行选择,使其既能够有效的优化土壤,也不会因为营养过剩而导致水体污染。
- B.3.6 在防汛堤防范围内不宜种植根系发达,蔓延性强的植物,避免对堤防驳岸的安全性产生隐患。
- B.3.7 水生植物种植需根据场地实际情况,对底泥进行消毒改良,合理投放水生动物及净藻生物,种植后及时割除完成当期生育期或死亡的植物残体,防止污染水体。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17639 土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布
 - [2] GB/T 18744 土工合成材料 塑料三维土工网垫
 - [3] CJ/T 340 绿化种植土壤
 - [4] JC/T 2094 生态护坡和干垒挡土墙用混凝土砌块
 - [5] JC/T 2557 植生混凝土
 - [6] JC/T 2558 透水混凝土
 - [7] JT/T 1432.2 公路工程土工合成材料 第2部分:土工织物
 - [8] YB/T 4190 工程用机编钢丝网及组合体
 - [9] DB32/T 3674—2019 生态河湖状况评价规范
 - [10] 江苏省骨干河道名录(2018年修订)(苏水计〔2019〕6号)
 - [11] 江苏省湖泊保护名录(2021修编)(苏政办发〔2021〕15号)
-