

上海市河道生态治理设计指南

（试行）

上海市水务局

二〇一三年十月

目 录

1、总则	1
2、术语及定义.....	3
3、河道生态治理的类型	5
4、一般规定	6
5、主要设计内容.....	7
5.1 主要设计程序	7
5.2 不同类型河道设计重点	10
5.2.1 中心城区河道	10
5.2.2 新城新镇河道	10
5.2.3 农村地区河道	11
5.3 现状调查及分析	11
5.3.1 水质调查与分析	12
5.3.2 底质调查与分析	12
5.3.3 水生态调查与分析.....	13
5.3.4 水文调查与分析	13
5.3.5 污染源调查与分析.....	13
5.3.6 陆域植物群落调查及分析	14
5.4 河道设计.....	14
5.4.1 河道平面形态设计.....	14
5.4.2 河道断面形式设计.....	16
5.4.3 河底微地形设计	17
5.4.4 硬质护岸改造设计.....	18
5.4.5 河道水质净化辅助技术.....	19
5.4.6 亲水性设施设计要点.....	21
6、生态护岸材料.....	22
6.1 总体要求.....	22
6.2 石笼	24
6.3 生态袋	25
6.4 生态混凝土块	27
6.5 开孔式混凝土砌块	27
6.6 叠石挡墙.....	28
6.7 干砌石护坡.....	29
6.8 抛石护岸.....	29
6.9 网垫植被类护坡	29
6.10 植生土坡.....	30
6.11 新型生态护岸材料的应用	30

7、陆域植物群落恢复设计 31

7.1 生态服务功能要求 31

7.2 物种配置要求 31

7.3 群落结构要求 31

7.4 植物分类及编码 32

7.5 推荐植物配置 33

8、河道水生态系统恢复设计 34

8.1 水生植物恢复设计 34

8.1.1 水生植物类群配置 34

8.1.2 种类选择要求 34

8.1.3 种植生境要求 35

8.1.4 种植要求 35

8.1.4 水生植物的维护管理要求 36

8.2 水生动物配置 36

9、附录 38

附录一：上海河道生态绿化植物名录

附录二：水生植物种植种类选择及特性表

附录三：放养水生动物的种类和特性表

附录四：生态护岸材料指标选取说明

附录五：上海市河道生态治理项目可行性研究报告编制目录

1、总则

1.1 为指导和规范本市河道生态治理设计，发挥河道生态治理工程应有的水生态保护与恢复、水环境维持与改善、水景观营造与提升的作用，提高河道生态服务功能，特制定本指南。

1.2 河道生态治理是指满足防洪、排涝及引水等河道基本功能的基础上，在河道陆域控制线内，通过人工生态修复等综合治理措施，构建健康、完整、稳定的河道生态系统，实现河道生态恢复、水质改善、景观提升的活动。

本指南提出上海市河道生态治理的相关术语、总体目标、设计原则、主要内容及关键性技术等相关内容。

1.3 本指南适用于本市区域内水质相对稳定、规模适宜、无通航功能的河道生态治理设计。河道水体要求：河道截污工程基本完成，无明显点污染源（含大型市政雨水泵站）、无黑臭且具有一定透明度。

1.4 河道生态治理总体目标（暂行）见表 1.4-1：

表 1.4-1 河道生态治理总体治理指标（暂行）

目标层	准则层	指标层			
		指标	中心城区	新城新镇	农村地区
河道生态治理（暂行）	河道水质改善	溶解氧（mg/l）	大于等于 3	大于等于 3	大于等于 3
		高锰酸盐指数（mg/l）	小于等于 15	小于等于 10	小于等于 10
		五日生化需氧量（mg/l）	小于等于 10	小于等于 10	小于等于 10
		氨氮（mg/l）	改善 10-15%	改善 15-20%	改善 15-30%
		总磷（mg/l）	改善 10-15%	改善 15-20%	改善 15-30%
		水体透明度	改善 15-20%	改善 15-20%	改善 15-30%
	生态系统健康	河道生态植被覆盖率	浮床或浮叶植物面积增加 8-10%；沉水植物增加 5-15%.	挺水植物占驳岸长度的 8-10%；浮叶植物面积达 5-10%；沉水植物增加 10-20%	挺水植物占驳岸长度的 30-40%；沉水植物面积占 20-25%
		陆生植被恢复系数	防汛通道绿化率 50%以上	防汛通道绿化率 60%以上	防汛通道绿化率 60%以上
		植物多样性	植物种类增加 2-4 种	植物种类增加 2-5 种	植物种类增加 2-6 种
		动物多样性	鱼类种类增加	浮游生物种类和生物量增加，底栖动物种类数增加	浮游生物种类和生物量增加，底栖动物种类数增加
	生态景观适宜	陆域景观多样性	乔、灌木和花草搭配适宜，层次丰富，春景秋色，四季有绿	乔、灌木和花草搭配适宜，层次丰富，春景秋色，四季有绿	乔、灌木和草本搭配适宜，层次丰富，四季有绿，自然和谐
		水陆过渡区景观多样性	浮床或浮叶植物搭配合理，景观和谐	挺水和浮叶植物搭配和谐，景观自然	水生植物与陆生植物混植，给生物提供适宜的栖息环境

2、术语及定义

2.1 生境：指生物的个体、种群或群落生活地域的环境，包括必需的生存条件和其他对生物起作用的生态因素；河道生态治理中主要包括影响河道生物生长的水文、水质、底质、河道形态、断面形式及断面材料等环境要素。

2.2 生态型护岸材料：人工或天然的，生态亲和性较佳，较为适宜生物栖息和生长的护岸材料。

2.3 硬质护岸：由坚硬的石块、混凝土材料或其他材料等组成的使水体与土体完全隔绝的护岸结构体。

2.4 陆域植物群落恢复：运用生态学原理，以当地自然发育、未受到人为干扰的原有河流滨岸带植物群落为参照对象，对河道两侧常水位线至陆域控制线之间的陆域进行植物配置，使河道植物群落既具有景观效果，又具有生态服务功能。

2.5 水生植物：指整个或部分植物体长期生活在水环境中的植物，可分为沉水植物、浮叶植物、漂浮植物和挺水植物。

2.6 挺水植物：是指下部或基部沉于水中，根或地茎扎入泥中生长，茎、叶挺出水面的水生植物。

2.7 浮叶植物：是指根附着在底泥或其他基质上，无明显的地上茎或茎细弱不能直立，叶片漂浮在水面的水生植物。

2.8 漂浮植物：是指根不着生在底泥中，整个植物体漂浮在水面上的水生植物。

2.9 沉水植物：是指植物体全部位于水层下的营固着生活的水生植物。整个植株沉入水中，茎生于泥中，叶多为狭长或丝状，根通常不发达或退化。

2.10 湿生植物：是指根系常扎在潮湿的土壤中，耐短期或季节性水淹，但不能忍受较长时间水分不足的陆生植物。

2.11 中生植物：形态结构和适应性均介于湿生植物和旱生植物之间的陆生植物。该种植物种类最多、分布最广、数量最大，不能忍受严重干旱或长期水涝。根据植物生长的水分条件可分为湿中生植物和旱中生植物。

2.12 生态治理：包括任何对于生态系统的重建、改良、改进、修补、更新、再植过程或活动，这些过程或活动应符合生态系统的基本法则或要求。

2.13 生态恢复：是指在遵循自然规律的前提下,利用生态系统的自我恢复能力,通过减轻或消除人为干扰压力,辅以适当的人工引导措施,协助退化的、受损的、被破坏的生态系统逐步恢复到近于它受干扰前的自然状况，或使生态系统向良性循环方向发展的操作及管理过程。

3、河道生态治理的类型

根据《关于开展河道生态治理试点工作的实施意见（暂行）》及河道周边区域发展情况，对适用于本指南进行生态治理的河道，可分为中心城区、新城新镇及农村河道三类。

中心城区河道：主要包括中心城区的河道，周边区域为建成区；此类河道护岸（坡）、截污、防汛通道等工程已基本建成，河道平面形态基本固定。建设目标为“美观、亲水”。

新城新镇河道：主要包括新城新镇的河道，周边区域一般为规划建设区；此类河道的平面形态可在规划绿化带范围内进行局部调整。建设目标为“生态、美观”。

农村地区河道：主要包括农村区域的河道，周边区域一般为农业生产用地或农村建设用地；此类河道可在原有河道基础上进行拓宽或为新开河道，河道用地较为充裕，河道平面形态可在规划绿化带范围内进行较大调整。建设目标为“自然、生态”。

4、一般规定

4.1 河道生态治理设计应在区域生态、水质、底质等历史及现状资料收集调查的基础上，分析评估现状河道存在的问题，综合运用水利工程学、环境工程学、生态工程学和景观园林工程学等的基本概念、原理、方法和技术，遵循因地制宜、功能综合、环境协调、自然生态、经济合理、运维简便等原则，有针对性地提出生态治理目标和措施。

4.2 河道生态治理从适宜生物栖息的角度出发，全面考虑工程对水文、水质、底质、河道形态、断面形式及材料等多方面生境因子的影响，构建适宜生物栖息及繁殖的生境条件。在生境条件构建的基础上，先行恢复水生植物，水生植物群落基本稳定后，再逐步恢复水生动物。

4.3 河道生态治理宜保留河道天然形态及断面，控制截弯取直，河道断面形式及尺度应避免均一化、单一化。

4.4 护岸材料应在满足强度要求的情况下，选用有利于水体交换，适宜动植物生长的生态亲和性材料。

4.5 河道陆域植物群落恢复应保留、利用河道两侧现有植被，合理配置不同类型的植物，营造植物群落结构及生态景观多样的植物带；植物宜选择土著种。

4.6 河道生态治理应充分考虑河道滨岸带廊道的连通性及可达性，使河道成为沟通区域纵向及横向的生态走廊。

4.7 河道生态治理应考虑河道滨岸带对面源污染的拦截及净化作用，削减面源污染，减少入河污染物。

4.8 河道生态治理需满足国家和本市有关标准及规程规范的规定。

5、主要设计内容

5.1 主要设计程序

(1) 开展资料收集、现状调查，分析相关规划对工程河道建设的要求，对河道的水文情势、水工构筑物及引排水、防洪调度、污染源、水质、水生态、底质及陆域植物群落等现状及历史资料进行调查，诊断河道存在的问题。

(2) 根据本指南 1.4 规定的河道生态治理总体目标，综合工程河道的特点、现状调查分析成果及相关规划等，确定河道生态治理的具体目标，并明确工程的建设任务。

(3) 宜根据工程河道不同河段的特点及问题，进行分段治理，确定不同河段的建设内容和重点。

(4) 根据河道现状形态及相关规划，确定河道平面布置。

(5) 根据水系规划或防洪规划等对河道断面的基本要求，结合河道生态治理的需要，在确保河道防洪、排涝及引调水等基本功能的条件下，优化河道断面形式，合理选择适宜的护岸材料。

(6) 根据确定的河道平面布置及断面形式，设计适合生物多样性需求的河道微地形改造形式。

(7) 根据不同河段的建设内容及重点，确定河道动植物恢复重点，提出陆域植物群落恢复、水生植物配置及水生动物放养方案。

(8) 根据拟定的河道生态治理方案，复核河道引排能力，验证岸

（坡）强度和结构稳定，确保河道规划功能和结构安全可靠。

（9）提出施工方案，包括施工总布置、施工组织、工程进度及生态系统恢复施工方案等内容。

（10）编制河道生态治理投资估（概）算，分析生态治理的社会效益、经济效益和环境效益等。

（11）编制运行期管理维护方案，提出人员配置、管维设备配置、运行费用及跟踪评估要求等。

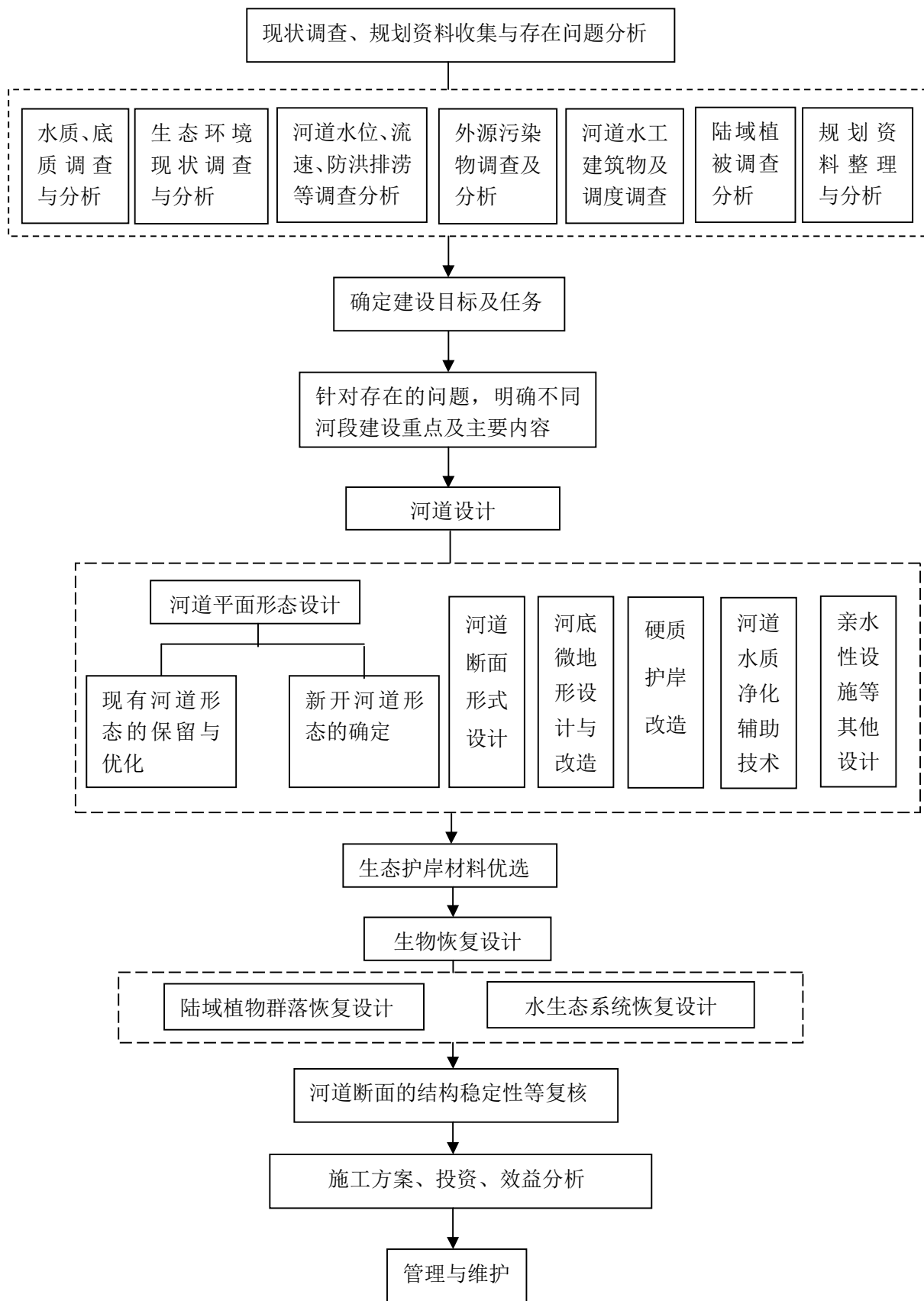


图 5.1-1 河道生态治理技术路线图

5.2 不同类型河道设计重点

5.2.1 中心城区河道

中心城区河道形态宜遵循河道现有形态布局，生态治理重点放在河道内部的微地形构建、护岸改造、水质净化及生态绿化。

(1) 河道微地形构建可采用小型结构物、河床抛石、鱼巢等微地形改造手段实施。

(2) 护岸改造可设置种植槽和种植平台等形式进行柔化或绿化。

(3) 水质净化根据河道特点可采用浮床、增氧、生物膜等辅助技术。

(4) 生态绿化宜在河道两侧现有绿化的基础上进行补充和完善。

5.2.2 新城新镇

新城新镇河道治理重点宜放在河道生境多样性的营造、水质净化、水生动植物的恢复及生态景观营造。

(1) 河道生境多样性宜充分考虑河道形态、地貌及河道内部微地形等因素，营造多样的河道生境系统；适当增加河道的蜿蜒性，断面形式宜多采用复式断面，并因地制宜创造湿地、人工岛等；护岸材料宜采用生态亲和性较高的材料。

(2) 水质净化根据河道特点可采用浮床、增氧、生物膜等辅助技术。

(3) 水生动植物的恢复宜通过适度的人工干预手段，加速恢复

进程。

（4）生态景观营造宜在现有绿化基础上，合理配置乔灌木，提升河道的生态景观效果。

5.2.3 农村地区河道

农村河道生态治理重点宜放在生境多样性的保护及营造、水生动植物的恢复及生态绿化。

（1）河道生境多样性的保护宜维持河道的原有地貌和自然形态，尽量保留自然条件较好的河段及河塘湿地；

（2）河道生境多样性的营造宜充分考虑河道形态、地貌及河道内微地形等因素，适当增加河道的蜿蜒性，断面形式宜采用斜坡或复式，并因地制宜构造河塘湿地、人工岛等；河道护岸宜以天然土质护坡为主，需结构护岸的河道，护岸材料优先采用天然材料，减少人工材料的使用。

（3）水生动植物的恢复宜通过适度人工干预手段，加速恢复进程。

（4）河道生态绿化宜在现有绿化基础上，合理配置乔灌木，发挥水土保持及面源拦截等功能。

5.3 现状调查及分析

根据治理河道特点，开展水文、水质、底质、生态、污染源等情况的调查与分析，收集河道相关规划、工程设计、调度运行及地形地

质资料。

5.3.1 水质调查与分析

一般需收集治理河道或者邻近河道近 3-5 年的系列监测资料，不足时应进行水质补充监测。收集或补充监测指标包括水温、pH、SS、DO、氨氮、总磷、高锰酸盐指数、BOD₅、叶绿素-a、透明度等。崇明等受到咸潮影响的河道宜增加氯化物及盐度等指标；其他河道根据污染情况可增加反映水质状况的特征指标。

针对水功能区划目标，进行水质达标评价，分析水质年际及年内变化，简要说明水质的变化趋势，筛选主要污染因子；结合污染源调查，分析水体主要污染特征及水质超标原因。

5.3.2 底质调查与分析

（1）底质污染情况调查

设置柱状样对底质进行分层监测，记录不同层底泥厚度、颜色、气味等物理性状，采样期间拍照留底。分层监测的指标包括：pH 值、含水率、TN、TP、有机质等；可能受重金属污染的河道宜增加铅、铬、镉、铜、汞、砷等重金属指标；若条件许可，对表层底质及设计河底标高处的底质留样进行释放试验。

根据《土壤环境质量标准》或《农用污泥中污染物控制标准》等，结合本市河道底质监测资料、底质用途及可能去向，评价工程河道底质的污染程度、污染因子、超标倍数等，分析清淤后底质的可利用途

径及去向。

(2) 底质厚度及蓄积量调查

治理底质污染严重的河道，需测量分析不同河段的污染底质厚度及蓄积量，并统计污染底质总蓄积量。

5.3.3 水生态调查与分析

一般在丰水期及枯水期分别调查治理河道内的浮游植物、浮游动物、底栖动物及高等水生植物等相关内容，分析生物多样性指数、群落特征等，从生态的角度判断水体受污染的程度及富营养化情况，并为治理效果评估积累本底资料。

5.3.4 水文调查与分析

对圩内河道，收集与圩区有关的水系或水利规划，收集工程河道的流速、流向、水位及相应持续时间、泥沙等水文资料，确定设计流速、设计水位（高水位、常水位、枯水位）等水文参数。

对引排水河道，应调查引排水调度原则、周期、引排水持续时间等，并补充监测河道开闸引排水及关闸挡水期间的流速、流向、水位等水文参数。

对感潮河道，需收集或补充监测潮汐周期，大小潮持续时间、流速、流向及水位变化等情况。

5.3.5 污染源调查与分析

通过现场踏勘，结合资料收集及地形测量，调查治理河道周边入

河污染源情况。重点关注：（1）河道周边点源截流现状，尚未截流的排污口位置、管径、标高、排放污水量及类型等；（2）农田径流的排放形式及排放规律；（3）雨水排放的形式及排放口位置、管径及标高等；（4）其他污染源，如鱼塘换水等。分析治理河道污染源组成、主要污染来源、主要污染物及入河负荷等。

5.3.6 陆域植物群落调查及分析

陆域植物群落调查应重点掌握：（1）现状植物群落的物种组成及空间（平面、垂直）结构；（2）是否存在古树名木；（3）是否存在局部可予以保留的群落结构或体形较好的孤植树。

在调查的基础上，对现状陆域植物群落的物种多样性、生活型构成、植被纵向及横向连续性、群落覆盖率等方面进行分析。

5.4 河道设计

5.4.1 河道平面形态设计

河道平面设计应考虑河道的蜿蜒性，在满足相关规划的情况下，平面形态设计宜依据现状河道走向，保留及恢复河道的自然弯曲形态，控制截弯取直；同时充分考虑现有地形特点，尽量避免高挖低填，减少土方工程量。河道平面形态设计可采用以下方法：

（1）复制法：参考附近未受干扰河段的蜿蜒模式作为模板，采用卫片或者测绘资料等对某一特定区域的蜿蜒模式进行调查，并在此基础上建立河道蜿蜒参数与流域水文和地貌特征的关系，作为河道形

态设计重要依据。

(2) 经验关系法：当资料不具备时，可利用蜿蜒性与其他水文或地貌数据之间的经验关系式进行推算，详见图 5.4-1。

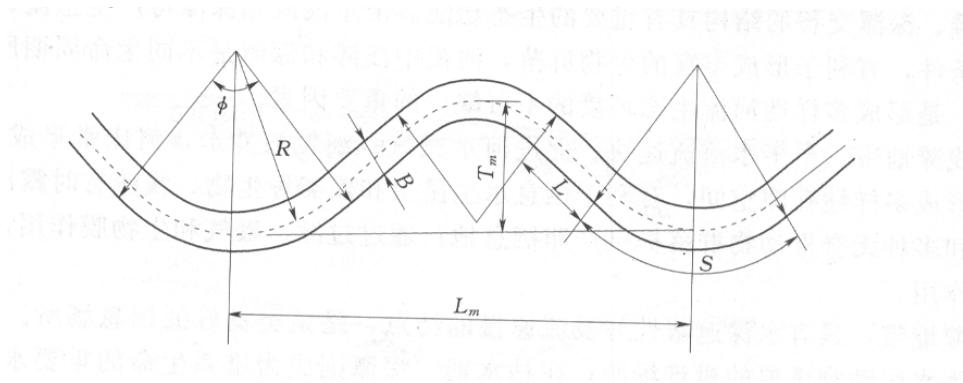


图 5.4-1 河道蜿蜒模式推算简图

$$R=K_R B$$

$$L_m=K_L B$$

$$T_m=K_T B$$

$$L=K B$$

R 为弯曲半径

L_m 为弯曲波长

T_m 为弯曲幅度

L 为过渡段长度

B 河道断面宽度

K_R 、 K_L 、 K_T 、 K 为经验系数，一般而言 $K_R=2-3$ ， $K_L=10-14$ ， $K_T=4-5$ ， $K=1-5$ 。

用地较为宽裕河道，其平面形态宜结合现状地形适度布置浅滩湿地、汴洲湿地或生态岛，构建多样生境。

5.4.2 河道断面形式设计

在满足规划断面的基础上，结合水生动植物生境构建要求，确定设计断面形式。河道断面形式一般分为三类：矩形断面、梯形断面和复式断面。

（1）矩形断面一般适用于用地受较大制约的河道。此类断面较难构建利于生态系统恢复的基底条件，不利于河道中的水生动植物的生长，生态亲和性相对较差。

（2）梯形断面一般适用于用地有一定充裕的河道。此类断面可构建利于生态系统恢复的基底条件，但因边坡的单一和水深的制约，能够生长水生植物的基底相对较少，生态亲和性一般。

（3）复式断面一般适用于用地较为充裕的河道。此类断面易构建利于生态系统恢复的基底条件，有利于河道中的水生动植物的生长，生态亲和性较好。典型断面形式如图 5.4-2。

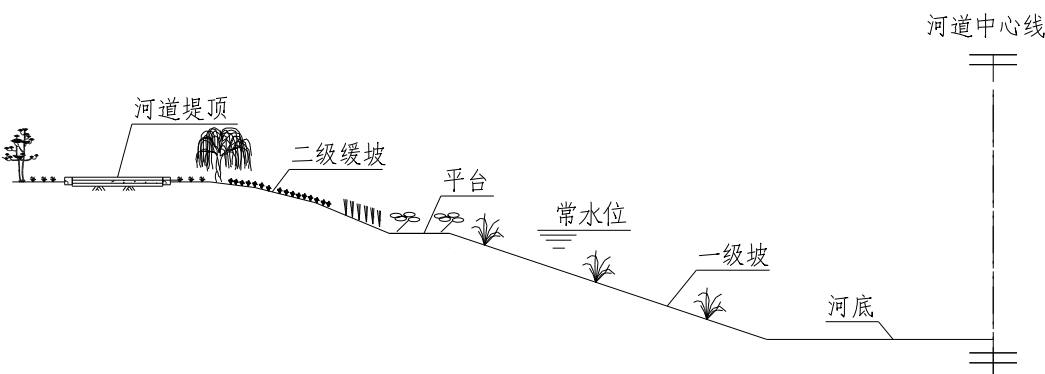


图 5.4-2 河道典型复式断面形式

河道断面形式的多样化可在河道规划断面的基础上，根据生态要求和水流特性进行适度调整，使河道具有不对称的几何特征。河道断面的不对称性可从两侧坡比的不对称、平台高度及宽度不对称等方面

进行设计，形成多样化的断面形式。

5.4.3 河底微地形设计

河底微地形可在河道平面及断面确定的基础上进行针对性的设计，在不影响断面过流的前提下，形成深浅交替的浅滩和深潭，产生急流、缓流等多种水流条件，形成多样化的生境。

（1）深潭与浅滩宜成对设计。每个河湾段或者 1km 以内的河道直线段宜配置一对深潭与浅滩，每对深潭、浅滩可按河宽的 3-10 倍距离来交替布置。在河湾段，深潭宜设在弯曲段外侧，浅滩宜设在弯曲段内侧。

（2）浅滩及深潭布置可结合小型结构物、河床抛石、人工鱼巢等进行设计。

小型结构物：小型结构物可包括导流装置、生态潜坝等，可在河道内部形成多样性流态，改变流向。小型结构物有多种形式，其基本结构如图 5.4-3：

河床抛石：河床抛石区面积不超过河底面积的 1-3%，河床抛石区宜根据河道形态呈斑块状分散，不宜过分集中；石块直径不小于 0.3m，每处抛石区石块间距至少 2-3 倍石块直径。

人工鱼巢：鱼巢设计宜根据河道鱼类调查资料进行布设，优先考虑与亲水平台结合。鱼巢可采用植物根茎、木材、石材、多孔性混凝土及其他人工材料等。

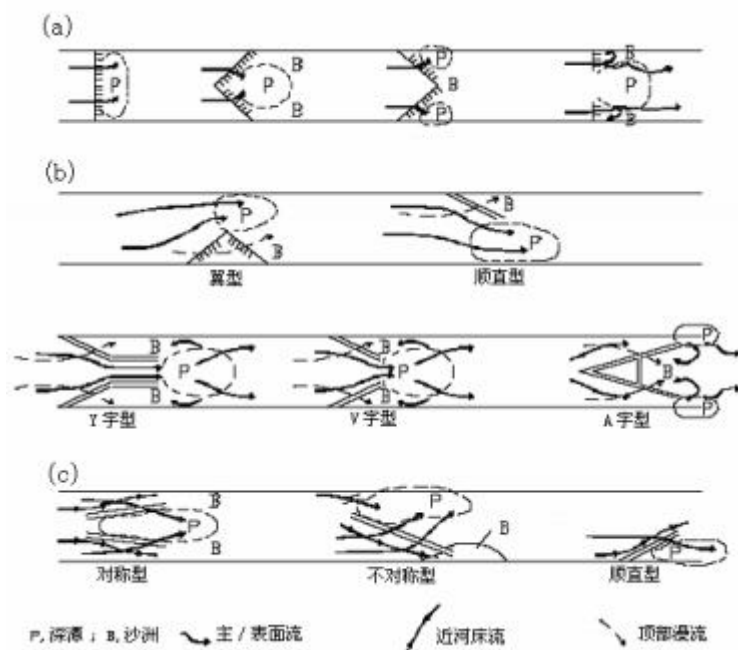


图 5.4-3 河道内小型结构物设计示意

(3) 河道微地形构建一般宜优先选用块石、石笼、木头等天然材料。

5.4.4 硬质护岸改造设计

(1) 直立式挡墙护岸

1) 护岸临水侧河底设置种植槽。可根据挡墙高度、水位高低在种植槽内种植水生植物、小灌木、藤本类植被。

2) 墙顶有绿化空间的，可在绿化空间内布置藤本类或者具有垂悬效果的灌木类植被。

3) 挡墙顶无绿化空间的，可在挡墙外沿墙面设置种植槽，槽内种植垂挂式藤本类植被；

4) 种植槽可采用锚杆、膨胀螺栓、镀锌钢材等结构固定，固定深度根据种植槽大小、重量等调整，但不能影响护岸原有结构的强度和

稳定。

5) 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植生袋,遮挡直立式挡墙。植生袋在常水位以上部分应长满常绿的草本植物,覆盖率至少达 95%,以防止植生袋老化。

(2) 斜坡式护坡护岸

斜坡式护坡护岸可采用以下一种或多种组合形式处理:

- 1) 坡面硬质护坡拆除后新建生态护坡;
- 2) 参照直立式挡墙护岸设置种植槽,槽内种植植被。
- 3) 护坡表面采用框格填充生态袋、框格填充耕植土草皮等护面结构,框格可采用混凝土浇筑并锚固于护坡之上。

5.4.5 河道水质净化辅助技术

(1) 人工浮床技术

人工浮床一般用于:

- 1) 中心城区及新城新镇范围内水深较深、透明度较低,水生植物种植及存活较困难的河道;
- 2) 水质较差的河道,作为先锋技术逐步改善水体水质,不建议长期使用;
- 3) 需要景观点缀的河道,科学配置具有一定净化功能的不同观叶、观花植物,净化水质的同时改善景观。

人工浮床应用时需注意:

- 1) 浮体的结构稳定性及耐久性;

- 2) 浮床植物的配置合理性;
- 3) 浮床的固定, 需考虑风浪及河道流速的影响;
- 4) 浮床的管理维护, 特别是冬季浮床的管理等。

(2) 人工增氧技术

人工增氧一般用于水体流动缓慢、水质较差的河道。人工增氧主要形式有:

- 1) 叶轮增氧机、微泡增氧机等设置在河道内的原位增氧;
- 2) 利用水泵以喷泉形式或跌水坝溢流增氧;
- 3) 岸边设置鼓风机, 将空气通过管道输送至河道进行微孔增氧;
- 4) 太阳能循环复氧等。

(3) 生物膜技术

生物膜技术一般应用于水质较差的河道水质净化, 其使用方式有:

- 1) 与浮床结合使用, 悬挂在浮床下方;
- 2) 与鱼巢结合使用, 直接把含填料的框架放置在河底, 起到既净化水质, 又发挥类似人工鱼巢的作用。该方式应防止框架及填料被水流冲倒或冲走;
- 3) 将尼龙绳或者纤维绳等跨河面分别固定在两岸, 绳上按一定距离垂挂填料。该方式适用于不通保洁船的狭窄河道。

(4) 其他辅助技术

根据工程特点及治理目标, 针对现场实际情况, 可利用生态悬床技术、微生物技术、生物控制技术等其他的辅助技术, 加速恢复生态系统及改善水质。

5.4.6 亲水性设施设计要点

（1）中心城区及新城新镇河道

1) 亲水平台的设置应结合周边已有建筑，尺寸不宜过小；必须特别注意亲水平台的安全性，对平台荷载的估算要有一定的富裕度。

2) 亲水平台桩基宜采用施工时噪音较小的结构，如灌注桩等；设置在居民区或者周边施工场地受限的亲水平台，当需采用预制桩时，单桩不宜过长。

3) 亲水性设施临河侧须设置安全可靠、耐久性好、坚固结实的栏杆，保证亲水活动的安全性；栏杆的设置需与周边的环境风貌相协调。

（2）农村河道

1) 景观性亲水平台宜布置在居民较集中、适合旅游、休闲等河段。其形式可结合观赏、垂钓休闲等需要设计。

2) 功能性亲水平台宜布置在村庄附近，其形式可结合浣洗、取水、驳船等功能设计。

3) 亲水性设施临河侧须设置安全可靠、耐久性好、坚固结实的栏杆，保证亲水活动的安全性；栏杆的设置需与周边的环境风貌相协调。

6、生态护岸材料

6.1 总体要求

(1) 生态护岸材料首先要满足结构安全、稳定和耐久性等相关要求，同时能较好地为河道生境的连续性提供基础条件。生态护岸材料可分为天然材质护岸及人工材质护岸，常用各种护岸材料的基本特性如表 6.1-1。

(2) 不同生态护岸材料的特性指标首先应执行国家、地方及行业内的相关规范标准；对没有相应规定的材料，本指南选取部分国内相关行业的测试数据作为设计参考指标值，指标选取说明见附录四。设计时宜根据河道的水文特征、设计断面形式等核算不同材料的边坡稳定性，根据核算成果确定生态护岸材质的相关指标值，不局限于本指南列举的参考指标及指标值。

表 6.1-1 护岸材料适用性统计表

护岸材料类型	适用条件	适用范围	优点	缺点
石笼	河道流速一般不大于 4m/s。	挡墙、护坡	抗冲刷、透水性强、施工简便、生物易于栖息	水生植物恢复较慢
生态袋	河道流速一般不大于 2m/s。	挡墙、护坡	生态环保、地基处理要求低、施工和养护简单、绿化效果好	耐久性、稳定性相对较差、常水位以下绿化效果较差
生态混凝土块	河道流速一般不大于 3m/s。	挡墙、护坡	抗冲刷、透水性较强	生物恢复较慢
开孔式混凝土砌块	河道流速一般不大于 4m/s。坡比在 1:2 及更缓时使用	护坡	整体性、抗冲刷、透水性好、施工和养护简单	生物恢复较慢
叠石	对坡比及流速一般没有特别要求、适用于冲蚀严重的河道	挡墙	施工简单、生物易于栖息	水生植物恢复较慢
干砌块石	对坡比及流速一般没有特别要求、可适用于高流速、岸坡渗水较多的河道	护坡	抗冲刷、透水性强、施工简便	生物恢复较慢
网垫植被类	坡度在 1: 2 及更缓时使用, 河道流速一般不大于 2m/s。	护坡	生态亲和性较佳	材料耐久性一般、植物网的回收及降解、二次污染
植生土坡	坡度在 1: 2.5 及更缓时使用, 河道流速一般不大于 1.0m/s	护坡	生态亲和性佳	不耐冲刷、不耐水位波动
抛石	坡度在 1: 2.5 及更缓时使用	护坡	抗冲刷、透水性强、施工简便	在石缝中生长植物, 植物覆盖度不高

6.2 石笼

用表面经过防腐蚀处理的优质低碳钢丝，经拧网机拧编而成的多角网制成的各种规格的箱型网笼。

石笼结构宜符合下列规定：

- （1）石笼所用钢丝需采用防腐镀层等处理，并应用聚合物包裹，各部件材质要求详见表 6.2-1；
- （2）石笼内填筑的石料必须质地坚硬、表面洁净，有圆角，耐久且抗风化性强；直径宜大于石笼网孔，宜为石笼网孔孔径的 1.5-2.0 倍，不在外表面的石料尺寸可适当减小；
- （3）石笼结构临土侧宜设置反滤结构；
- （4）填充石块时，常水位以上结构宜在孔隙间人工铺设耕植土厚度 6-15cm，为植被创造生存条件。

表 6.2-1 石笼材质力学指标

部位	项目	标准	备注
钢丝	抗拉强度	350-500N/mm ²	
	伸长率	≥10%	
	化学成分	符合 GB/T 700	
网片	外观	不得有破损、腐蚀，网片面色泽基本一致	
	抗拉强度（顺编制方向）	>30kN/m	
	网孔钢丝较制长度	≥50mm	
镀层	材质	宜采用锌或锌铝合金	
	外观	镀层需均匀、连续、表面光滑，不得有裂纹和漏镀	
	镀层缠绕试验	4 倍直径的锌棒上密绕 6 圈，镀层表面不起层或开裂	

	锌铝合金类镀层铝含量	≥4.2%	
	盐雾试验	连续喷雾 200 小时以上时不得出现红锈	
	重量	≥240g/m ²	镀层为纯锌时
聚合 物层	材料抗拉强度	≥17N/mm ²	
	断裂伸长率	≥200%	
	厚度	0.4-0.7mm±0.1mm	
	比重	PE:0.94-0.98 PVC:1.30-1.38	

注：组合丝、水平固定丝、螺旋固定丝、扣件的材质与力学指标需与网丝一致
钢丝镀层采用锌铝合金及其他时，需根据可靠实验或工程经验调整镀层重量。

6.3 生态袋

由聚合物高分子材料等复合而成的人工土工布料所制成的袋体。

(1) 生态袋袋布宜具备保土性、透水性、防堵性的功能且具有一定的耐久性；具体要求详见表 6.3-1；

(2) 生态袋表皮植被及土壤保护要求

生态袋表皮植被可通过混播（将单子叶植物种子预先放在生态袋内的方法）、插播、铺草皮及喷播等方法实现，但无论使用哪种方法，在生态袋施工后 3 个月内均要求植被覆盖率符合以下要求：

常水位以上：≥99%

常水位以下 300mm 及挺水植被种植区：≥50%

生态袋中植被生长验证标准：袋内植被（籽）需从生态袋中长出；袋表面铺设植被需扎根进入生态袋。

生态袋表皮植物宜充分考虑物种多样性，合理搭配草皮、花卉、藤本、矮灌木、乔木等不同类型的植物。

(3) 生态袋堆叠施工要点

装土之前，宜对当地的土质、袋装石对植物的生长进行充分的调研，如土质成分不利于植物生长，可外购部分土，并注意砂土与粘土的混合配比。

各生态袋间均须以专用钉板连接，并分层用人工或机械夯实，其夯实度为 0.85-0.90 或根据现场试验确定。

除基础层装入砾石或级配碎石粒径为 2cm 至 5cm，其余生态袋装填土要求有利于植物生长及有良好的透水性。当为粘性土时需先敲碎后装袋。若填土确需掺化肥时，应严格控制化肥掺量，使其不影响河道水质。装填土尽量满足最优含水量要求。

基础层应做 5% 的倒坡抗滑，顶层生态袋上则使用粘土夯压，做出 5% 的顺坡以利排水。

基础层施作时与基础可靠连接或扦插锚筋，以避免滑动。

表 6.3-1 生态袋指标

项目		标准	备注
保土性		$O_{95} \leq Bd_{85}$	
透水性		$K_g \geq AK_s$	
防堵性		$GR \leq 3$	
纵横向断裂强度		8kN/m	
纵横向撕破强力		$\geq 0.22kN$	
抗老化指标	(1) 抗紫外线（强度保持）%（h）	>95（150）	荧光紫外试验
	(2)（强度保持）%（h）	>75（500）	氙弧辐射试验
说明		必须同时满足	

注：表中符号意义详见相关规范。

当坡比较陡峭，生态袋所构筑的挡墙结构需通过生态袋布起加筋作用才能稳定时，应根据力学计算，对袋布的标称断裂强度做出要求，对小变形时（如 10% 延长率）的抗拉强度做出规定，具体需根据实际结构进行分析。

袋布选用时仍需考虑“CBR 顶破强度”及“纵横向断裂伸长率”等指标，应根据使用的条件、目标、堆叠坡度及高度等实际情况确定其具体标准。

6.4 生态混凝土块

采用特殊级配的混凝土骨料加低碱性水泥等制成的具有一定孔隙率的块体。

(1)生态混凝土块可分为坡面植草的植物生长砖和砌筑挡墙的挡墙壁砖两种，在满足结构耐久性的同时还需具备一定的孔隙率，实现高透水性并为植物根系的生长提供足够的空间，其结构要求见表 6.4-1；

(2)生态混凝土块临土侧宜设置反滤结构，反滤结构不应影响植被生长；

(3)生态混凝土挡墙常水位以下部分宜采用可作为鱼巢的挡墙壁砖，便于鱼类及其他水生物栖息、繁衍；

(4)生态混凝土挡墙基础宜设置混凝土条状基础；当挡土高度较高时，宜在墙后加设土工格栅加筋，并确保土工格栅与挡墙连接牢固；

(5)生态砖结构绿化宜放在春秋两季播种，切忌夏季播种。

表 6.4-1 生态混凝土块指标

类别	项目	标准	备注
植物生长砖	孔隙率	≥20%	且植物根系能贯穿其中
	抗压强度	≥6Mpa	
	厚度	8-15cm	
挡墙壁砖	孔隙率	≥12%	
	抗压强度	≥10Mpa	

注：挡墙壁砖的抗压强度应根据挡墙高度复核，10Mpa 为最低要求。

6.5 开孔式混凝土砌块

(1)开孔式混凝土砌块临土侧宜设置反滤结构，反滤结构不应影

响植被生长；

- (2) 砌块物理力学性能要求详见表 6.5-1；
- (3) 砌块间宜采用联锁式、铰接式、水泥砂浆凹缝或其它方式连接，需保证结构稳定、安全；
- (4) 常水位以下的砌块孔洞内宜填充碎石或种植水生植物，防止水土流失。常水位以上的砌块孔洞宜填充种植土，为植被创造生存条件。

表 6.5-1 开孔式混凝土砌块指标

项目	标准	备注
开孔率	20%-40%	
强度等级	不低于 C25	
厚度	≥8cm	

注：当水流流速较大时，需限定砌块的最小重量。
当砌块所处环境水体有较大腐蚀性时，需进行专门的防腐设计。

6.6 叠石挡墙

- (1) 叠石挡墙石材均采用质地坚硬、完整、强度高，耐风化，具有良好抗水性的块石。页岩、泥灰岩、粘土岩以及扁平细长和已经风化的块石均不得使用；
- (2) 叠石挡墙墙顶可高低起伏、错落有致；
- (3) 叠石挡墙宜设置混凝土基础和墙后反滤结构。墙身石材单块尺寸不小于 300×300×300mm，重量不小于 60kg，迎水面 20cm 宽度范围内石块干摆放置，块石之间应留有缝隙，便于鱼类及其他水生物栖息、繁衍；背水面石块可采用水泥砂浆砌筑以增加挡墙牢固性。

6.7 干砌石护坡

(1) 护坡厚度不宜小于 300mm，所用石材宜采用质地坚硬、完整、强度高，耐风化，具有良好抗水性的块石。块石宜大致方正，上下面大致平行，单块厚度 200-300mm，单重不宜小于 30kg；砌筑宜采用竖砌法，使砌石的长边垂直于坡面以满足护面的设计厚度，顺坡向接缝应互相交错，块石间契合紧密，不得有松动，砌石表面须平整，砌石空隙率不得超过 30%；

(2) 干砌石护坡宜设置反滤结构，块石摆放时宜大面向下，表面留有缝隙，便于鱼类及其他水生物栖息、繁衍；

(3) 干砌石护坡应每隔 10-15m 设一砼格梗，格梗深度宜大于护坡与反滤层厚度总和。

6.8 抛石护岸

(1) 石料材质必须新鲜、完整，具有较强的硬度、强度，遇水不易破碎或分解。

(2) 一般要求石材湿抗压强度大于 50MPa，水软化系数大于 0.7，比重不小于 2.5t/m³。

(3) 不允许使用薄片、条状、尖角等形状及风化、易水解的块石，不得使用泥岩。

6.9 网垫植被类护坡

(1) 网垫材质应无腐蚀性、耐酸碱，不释放对水体有害的物质。

(2) 植被生长验证标准：表层植被需扎根进入垫下土层。

(3) 网垫搭接宽度约 10cm，并在搭接缝上设固定连接钉。网垫其余部位也应设置固定连接钉；

(4) 网垫铺设完成后应在表面撒布一定厚度的土料，便于植被生长。

6.10 植生土坡

控制土坡坡比，坡比一般不小于 1：2.5。

6.11 新型生态护岸材料的应用

新型及未列入上述护岸材料的其他生态型护岸材料，在满足相关规范要求、护岸稳定安全和维持生境连续性要求的前提下，需在国内外有规模化成功应用的案例，方可在本市河道生态治理项目中示范应用，首次示范河段长度不超过 500m。示范工程经鉴定满足生态功能、相关质量及验收要求后，新型生态护岸材料方可规模化应用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/637123041040006043>