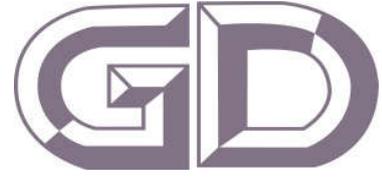


广东省标准



DBJ XX-XX-20XX
备案号 J XXXXX-20XX

城市河湖生态修复设计规程

(征求意见稿)

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

广东省住房和城乡建设厅 发布

本标准不涉及专利

前 言

根据广东省住房和城乡建设厅《关于下达广东省标准《城市河湖生态修复设计规程》编制任务的通知》的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程的主要技术内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.河湖生态现状；5.生态需水保障；6.水体修复；7.地貌形态塑造与修复；8.生物栖息地保护与恢复；9.生态监控与管理。

本规程主持单位：广东省住房和城乡建设厅

本规程解释单位：广东省住房和城乡建设厅

本规程主编单位：广东省水利电力勘测设计研究院

广东粤海水务股份有限公司

广州资源环保科技股份有限公司

本规程参编单位：生态环境部华南环境科学研究所

北控水务（中国）投资有限公司

中广核环保产业有限公司

上海库克莱生态科技有限公司

深圳市天健水环境工程科技有限公司

本规程主要起草人：刘 霞 陈国轩 孙国胜 苏 蕾 张国平 陈俊昂 秦茂洁 赵焱 钟云娜 杜锐青 列锦珊 范中亚 侯小阁 金 潇 宁运芳 李冬梅 刘立霞 黄显东 王文才 史 明 王 艳 刘 洪

本规程主要审查人：

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	生态现状调查与评价	6
4.1	一般规定	6
4.2	经济社会现状及历史文化	6
4.3	水文水资源现状	6
4.4	水环境现状	7
4.5	水生生物现状	7
4.6	河湖地貌现状	8
4.7	河湖生态现状评价	8
5	生态需水保障	9
5.1	一般规定	9
5.2	河湖生态需水	9
5.3	生态需水保障措施	9
6	水体修复	11
6.1	一般规定	11
6.2	内源控制措施	11
6.3	自净强化措施	12
6.4	旁路净化措施	12
7	地貌形态塑造与修复	13
7.1	一般规定	13
7.2	水系连通	13
7.3	河湖平面形态塑造	13
7.4	河滨带和湖滨带修复	14
7.5	断面多样性修复	15
7.6	生态岸坡整治	15
8	生物栖息地保护与恢复	17

8.1	一般规定	17
8.2	产卵场、索饵场、越冬场保护与恢复	18
8.3	洄游通道保护与修复	18
8.4	替代生境保护与修复	19
9	生态监控与管理	21
9.1	生态监测与评估	21
9.2	生态综合管控	21
附录 A	城市河流生态需水计算方法	22
A.1	水文学法	22
A.2	水力学法	23
A.3	栖息地法	23
A.4	综合法	24
附录 B	城市湖泊生态需水计算方法	24
附录 C	河湖两岸缓冲带常用植物	27
C.1	常用优良植物	27
C.2	常用耐污净化植物	27
附录 D	常用生态护坡护岸技术	27
D.1	一般规定	27
D.2	植物护岸	28
D.3	土工材料复合种植基护岸	29
D.4	绿化混凝土护岸	29
D.5	格宾石笼护岸	30
D.6	机械化叠石护岸	30
D.7	生态浆砌石护岸	30
D.8	多孔预制混凝土块体护岸	31
D.9	自嵌式预制混凝土块体挡墙	31
	本规程用词说明	33
	引用标准名录	34
	条文说明	35

Contents

1	General Rules.....	1
2	Terminology.....	2
3	Basic Provisions.....	4
4	Investigation and Evaluation of Ecological Status	6
4.1	General Provisions.....	6
4.2	Economic and Social Status and Historical Culture	6
4.3	Status of Hydrology and Water Resources	6
4.4	Status of Water Environment	7
4.5	Status of Aquatic Organism	7
4.6	Status of River Physiognomy	8
4.7	River Ecosystem Evaluation.....	8
5	Guarantee of Ecological Water Demand.....	9
5.1	General Provisions.....	9
5.2	Ecological Ecological Water of River.....	9
5.3	Guarantee Measures of Eco-water Demand	9
6	Water Remediation.....	11
6.1	General Provisions.....	11
6.2	Internal Control Measures	11
6.3	Self-Purification Measures	12
6.4	Bypass Purification Measures.....	12
7	Shaping and Restoration of Physiognomy Morphology.....	13
7.1	General Provisions.....	13
7.2	Interconnected Water System	13
7.3	Shaping of River Plane Morphology	13
7.4	Riparian Zone Restoration.....	14
7.5	Restoration of Cross-section Diversity.....	15
7.6	Bank Ecological Remediation	15
8	Habitat Protection and Restoration.....	17

8.1	General Provisions.....	17
8.2	Protection and Restoration of Spawning and Feeding and Wintering Ground	18
8.3	Protection and Restoration of Migration Channel.....	18
8.4	Protection and Restoration of Alternative Habitat.....	19
9	Ecological Monitoring and Management.....	21
9.1	Ecological Monitoring and Assessment.....	21
9.2	Comprehensive Ecological Control.....	21
Appendix A	Computation of Urban River Eco-water.....	22
A.1	Hydrology Method.....	22
A.2	Hydraulics Method.....	23
A.3	Habitat Method.....	23
A.4	Synthetic Method.....	24
Appendix B	Computation of Urban Lake Eco-water.....	24
Appendix C	Common Plant of Riparian Buffer Zone.....	27
C.1	Common Elite Plant.....	27
C.2	Common Plant With Pollution Resistance and Purifying Capacity.....	27
Appendix D	Common Technology of Ecological Revetment.....	27
D.1	General Provisions.....	27
D.2	Vegetative Revetment.....	28
D.3	Revetment of Geocomposite Planting Material.....	29
D.4	Planting Concrete Revetment.....	29
D.5	Gabion Revetment.....	30
D.6	Mechanized Stromatolite Revetment.....	30
D.7	Ecological Masonry Revetment.....	30
D.8	Porous Concrete Preform Revetment.....	31
D.9	Self-embedded Concrete Retaining Wall.....	31
Dictions	33
Quotation Standard Directories	34
Term Sheet	35

1 总则

1.0.1 为适应城市河湖生态修复工作的需要,进一步规范广东省城市河湖生态修复设计的技术要求,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于指导城市河湖等生态修复工程的设计,施工组织、建设征地、环境影响、投资估(概)算及经济评价等内容参照其他现有规程的相关要求执行。

1.0.3 本规程内容侧重于城市河湖水体及滨岸带生态修复综合治理。流域或区域控源截污工程应优先或同步实施,为水生态修复提供良好的外源污染控制基础。

1.0.4 城市河湖生态修复设计,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家和广东省有关现行标准的规定。

2 术语

2.0.1 城市河湖 urban aquatic ecosystem

流经城市区域的河流、渠道、运河和位于城市的湖泊和水库等水域。

2.0.2 城市河湖生态修复 urban river-lake eco-restoration

在充分发挥生态系统自修复功能的基础上,采取工程和非工程措施,促使城市河湖生态系统恢复到较为自然的状态,改善其生态完整性和可持续性。

2.0.3 河流生态廊道 river ecological corridor

河流及其两岸滩地、高地边缘过渡带以及与之连通的湖泊、湿地等形成的带状区域。

2.0.4 水文情势 hydrological regime

水文变量和水文现象等各种水文要素时空变化的态势和趋势。在生态水文学中常用以下具有生态学意义的要素表示:流量、频率、发生时机、延续时间、流量变化过程和水位变化过程等。

2.0.5 河流生态基流 ecological base flow

指为维持河流基本形态和基本生态功能,即防止河道断流、避免河流水生生物群落遭到无法恢复破坏的河道内最小流量。

2.0.6 湖泊最低生态水位 the lowest ecological water level in lakes

指维持湖泊基本形态与基本生态功能的湖区最低水位,是保障湖泊生态系统结构和功能的最低限值。

2.0.7 基本生态环境需水量 fundamental environmental flow

系维持河流、湖泊给定的生态环境保护目标所对应的生态环境功能不丧失,需要保留在河道内的最小水量,是河道内生态环境需水要求的下限值。

2.0.8 目标生态环境需水量 targeted environmental flow

系维持河流、湖泊给定的生态环境保护目标所对应的生态环境功能正常发挥,需要保留在河道内的最小水量,是河道外经济社会消耗河湖水量的控制值。

2.0.9 河湖敏感生态需水 sensitive ecological water demand

指维持河湖生态敏感区正常生态功能的需水量及过程。

2.0.10 生态补水 the artificial recharge for ecological restoration

指通过采取工程或非工程措施,向因生态需水量无法满足而受损的生态系统

调水，补充其生态系统用水量，遏制生态系统结构的破坏和功能的丧失，逐渐恢复生态系统原有的、能自我调节的基本功能，或者实现新的生态平衡的活动。

2.0.11 水体修复 water remediation

指除了依靠水生生态系统本身的自适应、自组织、自调节能力以外，采取人工的物理、化学和生物的方法，使水体恢复到原有生态功能的过程。

2.0.12 河滨带 riparian zone

指城市规划蓝线之内与水体常水位之间的地带，是陆地生态系统和水生生态系统的交错区，包括：河岸带、库边带和湖岸带。

2.0.13 生物多样性 biodiversity

所有来源的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。

2.0.14 生物栖息地 biohabitat

具有鱼类和其他生物个体、种群或群落在其生长、发育繁殖所需物理、化学、生物等生态环境因子的总和。

2.0.15 岸线发展系数 shoreline development index

指湖泊岸线长度与等于湖泊面积的圆面积的周长之比计算，用来表示湖泊岸线的不规则程度。

2.0.16 湖泊岛屿率 insulosity of lake

湖泊内岛屿的总面积与湖泊总面积之比。

3 基本规定

3.0.1 城市河湖因人类活动干扰生态功能丧失或退化时，应进行生态修复。

3.0.2 城市河湖生态修复应遵循以下原则：

1 人水和谐。社会经济发展要与河流生态系统承载能力相协调，城市河流生态系统修复项目的目标和规模也应与流域或区域经济发展水平相适应；城市河湖生态修复既要满足人类社会的需求，也要兼顾生态系统可持续性的需求。

条文说明：一方面要恢复河流生态，另一方面还要满足人类基本的物质文化需求，比如供水需求、水产需求、水景观需求及水文化需求等；

2 充分发挥河湖自我修复功能。在进行城市河湖生态修复时，应充分利用生态系统的自我设计与自我修复功能，合理采用人工修复措施，实现恢复生态的目标。

条文说明：被干扰的河流分为两类：一是未超过自身生态承载力的河湖；一类是被严重干扰的生态系统。

3 增强多样性。通过恢复河流纵向连续性、横向连通性、平面蜿蜒性、断面几何形态多样性，改善城市河湖生境，形成多样性地貌和水流条件，以增强水生生物栖息地功能，提高生物群落多样性和物种多样性。

4 因地制宜。应根据河湖自然条件、人类活动影响程度、流域或区域经济发展水平等因素进行方案制定和工程设计。

3.0.3 本规程内容侧重于城市河湖水体及滨岸带生态修复综合治理，主要措施包括：生态需水保障、水体修复、地貌形态塑造与修复、生物栖息地保护与恢复等。

3.0.4 应通过对现状城市河湖生态各项指标进行评价，识别城市河湖生态健康存在的主要问题，为生态修复设计提供依据。

3.0.5 应根据生态现状评价结果，结合城市经济社会发展现状，合理确定城市河湖生态修复工程建设目标和任务，合理选择河湖生态修复工程措施。

3.0.6 应区分双向流内河涌和单向流河流采用不同的方法进行河道内生态需水计算，并选取适宜的生态需水工程措施保障。

3.0.7 除外源污染控制与治理之外，可采用内源控制、自净强化、旁路净化等水体修复措施改善河湖水体水质。

3.0.8 应根据城市河湖现状存在的胁迫因子,选择适宜的工程措施消除或缓解河湖生态胁迫。

3.0.9 应结合地貌形态塑造与修复,开展产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道的保护与修复和替代生境建设,保护与修复生物栖息地,恢复城市河湖生物多样性。

4 生态现状调查与评价

4.1 一般规定

4.1.1 城市河湖生态修复设计应收集、调查河湖流域（汇水范围）内自然环境、经济社会、历史文化、水景观、水文水资源、水环境和水生生物状况等方面的基础资料、相关规划资料及历史监测资料，同时应收集监测能力、监督管理及法规制度等方面的资料。

4.1.2 应采取资料收集和现场调查相结合的方法开展现状调查。资料收集范围不应小于河湖流域（汇水范围），时间上宜采用设计基准年，也可采用近 3 年调查资料。对资料缺乏地区应进行必要的现场调查和监测。

4.1.3 现状调查评价内容应包括经济社会、历史文化、水景观、水文水资源、水质状况、生物状况、河湖地貌等。

4.2 经济社会现状及历史文化

4.2.1 行政区划及人口调查内容包括流域（汇水范围）行政区的划分、人口结构及变化情况，主要指标包括人口总数、常住人口、流动人口、城镇人口、农业人口、自然增长率、城镇化率等。

4.2.2 经济水平调查内容包括流域内国民生产总值(以下称 GDP)、GDP 增长率、人均年收入、各产业 GDP 贡献比重、主导工业类型及相应规模、种植业种类与规模、畜禽养殖类型与规模等。

4.2.3 历史文化调查包括水历史文化、水景观、已建的水利工程、相关基础设施等。

4.2.4 可利用相关规划与计划、政府公布数据、统计年鉴、地方志及有关数据库等资料开展经济社会现状及历史文化调查。

4.3 水文水资源现状

4.3.1 城市河湖水文水资源现状内容应包括流域（汇水区域）概况、水资源、水文、暴雨洪水及干旱灾害等。

4.3.2 流域（汇水范围）概况内容应包括流域（汇水范围）位置、面积、水系概

况、气象特征、水文泥沙、水文及气象站网分布，以及流域土地利用方式、植被覆盖、土壤类型和水土流失状况等。

4.3.3 水资源现状包含水资源量和水资源利用状况两方面。水资源量主要包括地表水资源、地下水资源、水资源总量及随时间变化；水资源利用现状主要包括生产用水量、生活用水量、生态用水量、总用水量、人均用水量、万元 GDP 用水量、废污水排放量及其随时间的变化，还应包括集中式饮用水源地与农村饮用水源地位置、取水口、取水规模等。

4.3.4 水文情势应选择有代表性及典型年水文资料进行分析，城市河流水文情势应包括月均水位流量、年水位流量极值、汛期、含沙量、结冰期、水能蕴藏量、通航水位等；城市湖泊水文情势应包括水位库容曲线、枯水位、汛限水位、正常水位、设计洪水位、校核洪水位等，还包括水位随时间变化过程。

4.3.5 暴雨洪水及干旱灾害调查内容应包括历史暴雨的强度和过程，历史洪水位和洪水涨落变化及其影响，旱情及其影响范围和时间等。

4.4 水环境现状

4.4.1 水环境现状应包括污染源状况、水质状况、沉积物污染状况等。

4.4.2 污染源状况调查是指对流域（汇水范围）内直接或间接向河湖排放污染物的点源、面源和内源开展调查，应重点开展入河（湖）排污口调查。

4.4.3 水质状况调查是指对城市河湖重要水功能区断面及点位水质的各项指标开展调查，包括水质类别、综合污染指数、富营养化水平、超标因子、超标倍数、水质达标率及时空变化趋势等。

4.4.4 沉积物污染状况调查内容应根据水体污染特征确定，一般包括沉积物中营养盐和有机质含量、污染水平与释放速率，重金属含量与生态风险，及其他持久性有机污染物和新型污染物的含量与健康风险等。

4.5 水生生物现状

4.5.1 水生生物现状包括水生生物分布概况、生态特性及其生活史各阶段对重要栖息地的需求等。应比较不同类型栖息地内各物种种群数量的时间变化，并关注外来入侵种状况及其对生态系统稳定性的影响。

4.5.2 水生生物群落调查对象应包括河湖岸带植被、大型水生植物、鱼类、浮游生物、大型底栖生物、两栖类、爬行类、鸟类；调查内容为水生生物分布、河岸带或湖滨带生物分布、生物量、优势种、重要水生生物生存现状、外来物种情况、水生生物保护措施、重要生物栖息地分布等。

4.5.3 可采用生物多样性指数、完整性指数等对城市河湖水生生物状况进行评价，判断整个河湖生态系统在生态多样性方面存在的问题以及面临的风险。

4.6 河湖地貌现状

4.6.1 河湖地貌现状内容包括河湖基本情况、涉水工程建设情况等。

4.6.2 河流基本情况包括河流的源头、长度、主要汇水支流、河道等级、河势稳定性、平面形态、横断面和纵断面特征、底质组成及基本地貌单元等；湖泊基本情况包括湖泊位置、水域面积、水深、水位变幅、湖泊岸线、基本地貌单元、河湖水系连通性等。

4.6.3 涉水工程建设情况包括水库、堤防、水闸、涵洞、泵站、护岸、桥梁、码头等工程的名称、位置、数量、规模、等级、功能、建成时间及运行管理情况等。

4.7 河湖生态现状评价

4.7.1 河湖生态现状评价应根据河湖生态系统类型、功能、保护对象及目标，选取适宜的评价指标，对河湖经济社会、水文水资源、水质状况、生物状况、河湖地貌等进行评价。

4.7.2 河湖生态现状评价宜开展河湖生态现状与历史状况的对比，分析确定河湖生态修复必要性。

4.7.3 河湖生态现状评价宜建立评价参照系统，即理想生态状况。以理想生态状况为“优”、严重退化为“劣”，按优、良、中、差、劣5个级别，对河湖生态状况各单项指标进行评价。

4.7.4 应通过河湖生态现状评价，准确把握河湖生态状况，识别主要影响因素，判断生态退化原因，确定生态修复设计的目标和任务。

5 生态需水保障

5.1 一般规定

5.1.1 应根据城市河流、湖泊、湿地的水资源条件、开发利用现状及需求、生态环境保护要求等，统筹协调河湖生态功能与社会服务功能的关系，合理确定生态环境保护目标，分别计算河湖基本生态环境需水量和河湖目标生态环境需水量，综合评价生态需水满足情况及存在问题后，选择合适的城市河湖生态需水保障措施。

5.1.2 城市河湖生态需水量需按照河道内生态环境功能的维系需求分析计算，包括维持河湖形态、生物栖息地、自净、输沙、景观、河口防潮压咸等生态环境功能。

5.2 河湖生态需水

5.2.1 城市河湖生态需水量确定的一般程序：资料收集调查与生态环境状况分析，河湖蒸发量、渗透量计算，河湖控制断面选择，生态环境保护目标确定，节点生态环境需水量计算，成果合理性分析，确定生态环境需水量。

5.2.2 应针对设计河段的重要控制断面提出生态环境需水量。

5.2.3 河湖生态环境需水量根据需要可用流量、水量、水位、水面面积、天然净流量百分比等指标表示。

5.2.4 河流生态环境需水的计算方法包括水文学法、水力学法、栖息地法、综合法，详见附录 A，并应符合 SL/Z 712 的有关规定。在基础数据满足的情况下，宜采用多种方法计算生态环境需水，并经对比分析各计算结果，选择符合流域实际的计算方法和结果。

5.2.5 湖泊生态环境需水的计算方法包括湖泊形态法、栖息地法、水量平衡法、换水周期法等，详见附录 B，并应符合 SL/Z 712 的有关规定。应根据湖泊湿地的生态目标和需水特点，并考虑收集资料条件，选取适宜方法计算，宜经多方法比较后确定。

5.3 生态需水保障措施

- 5.3.1** 生态需水保障措施应在优化已有工程调度方案基础上,结合不同区域河湖生态流量存在问题及成因,提出河湖生态补水措施。
- 5.3.2** 城市河湖生态补水工程措施包括主要包括:生态调水、中水回用、雨洪调蓄等。
- 5.3.3** 生态调水工程应不影响引水区经济社会和生态环境用水。
- 5.3.4** 利用中水回补河道生态需水的中水水质应符合水功能区水质要求,可通过污水处理厂提标改造提升出水标准,或新建人工湿地进一步提升污水处理厂尾水水质。
- 5.3.5** 雨洪调蓄方式主要包括:地下式雨洪调蓄和地面式雨洪调蓄。调蓄设施规模应综合考虑防洪除涝、土地利用、生态需水、休闲景观等多因素确定。
- 5.3.6** 应根据生态补水对象的生态需水特征、受纳水体的自净能力及水功能区水质要求,综合考虑生态补水水量、补水水源、补水水质、补水时间、补水路径、工程投资等因素,提出科学、可行的生态补水工程方案。
- 5.3.7** 对于水资源开发利用过度、经济社会用水与河道内生态环境用水矛盾突出及生态环境严重退化的河湖,应优先退出经济社会用水挤占水量,再确定生态补水工程规模。
- 5.3.8** 新开挖河渠的补水工程应根据补水规模、方式合理确定工程规模、建设方案,并对新开挖河渠采取必要的生态修复措施。

6 水体修复

6.1 一般规定

- 6.1.1** 应在已实施点源控制、面源截留等措施，实现外源污染物控制的前提下，利用人工强化净化技术开展水体修复。
- 6.1.2** 水体修复设计内容应包括水体修复目标、水体修复措施的技术可达性、工程可行性及经济比较，周边环境保护的要求和措施。
- 6.1.3** 水体修复目标应根据河湖的现状调查和生态修复目标提出。若为分期的生态修复目标，应给出对应的分期水体修复目标。
- 6.1.4** 水体修复指标应包括溶解氧（DO）、pH 值、氧化还原电位（ORP）、透明度、氨氮（NH₃-N）、化学需氧量（COD_{Cr}）等。湖泊和水库可增加总磷、总氮等富营养化指标。
- 6.1.5** 水体修复技术应包含但不限于内源控制技术、自净强化措施和旁路净化措施等。
- 6.1.6** 水体修复措施规模应根据河湖的污染程度、尺度大小、主体功能和重要程度等进行合理选择。
- 6.1.7** 水体修复措施应注意与河湖功能的协调，保证城市防洪排涝需要的前提下，满足、供水、生态和景观等方面的要求。
- 6.1.8** 应结合现状环境敏感点，说明水体修复措施可能产生的环境影响，明确采取的环境保护对策及措施。

6.2 内源控制措施

- 6.2.1** 环保清淤应遵循“减量化、稳定化、无害化、资源化”及“就地就近”的处理处置原则，明确清淤规模、清淤方式、淤泥处理工艺、淤泥运输方式和淤泥处置消纳方案等。
- 6.2.2** 环保清淤措施设计应符合 GB15618、GB36600、GB16889、JTJ319 等的规定，并满足广东省相关指引/指南的要求。
- 6.2.3** 环保清淤设计内容应包括施工工艺设计、清淤断面设计、挖槽断面尺寸设计、淤泥处理厂布设等。

6.2.4 宜对淤泥处置场地和资源化处置方式等进行专项设计。

6.2.5 采用原位修复方式进行河湖内源污染控制的，应说明实施范围、主要工艺流程及工程量。

6.2.6 采用微生物、化学等技术进行内源控制的，要充分论证药剂、产品的生物及生态风险，防止二次污染。

6.3 自净强化措施

6.3.1 自净强化技术包括但不限于增氧技术、微生物技术、生物操纵技术。

6.3.2 自净强化措施的设计应参照 SL709、《城市黑臭水体整治工作指南》等执行。

6.3.3 增氧措施设计应遵循以下原则：

- 1 宜结合河湖水位调控等措施设计水力增氧措施；
- 2 无航运要求的河湖可设计机械增氧措施；
- 3 设计化学增氧措施前必须论证其生物及生态风险。

6.3.4 如河湖的主体功能为防洪排涝、航道运输等，不宜选择移动式生物载体、生态浮床等阻滞水流、妨碍通航的技术措施。

6.4 旁路净化措施

6.4.1 应根据污染物的种类和去除要求，采取合适的旁路净化措施。

6.4.2 旁路净化措施可采用人工湿地处理系统或一体化处理设施。

6.4.3 人工湿地的设计应满足 HJ2005 的规定。

6.4.4 未实现全面截污的重度黑臭水体，或无外源补水的封闭水体，或突发性水体黑臭事件的应急处理，可采用一体化治理设施。

6.4.5 采用一体化治理设施时，应妥善处理设施产生的污泥，避免二次污染。并结合周边环境选择合适的臭气控制措施。

6.4.6 临时性治理设施宜考虑后期绿化或道路恢复，长期治理措施应考虑与周边景观的有效融合。

7 地貌形态塑造与修复

7.1 一般规定

7.1.1 受人类活动干扰大、生境条件恶化、生态系统失衡的城市河湖区域，应进行地貌形态塑造与修复。从水系连通、河湖平面形态塑造、河滨带及湖滨带修复、纵横断面多样性营造及护岸生态治理等方面恢复河湖生境多样性。

7.1.2 城市河湖地貌形态塑造与修复，应在保证河道防洪排涝能力的前提下，发挥河湖岸边带、缓冲带的生态功能，确保其界面的生态性。

7.1.3 城市河湖地貌形态塑造与修复，应分析河湖范围内的生态保护区的功能，保护重要生物栖息地的生境条件。

7.1.4 城市水系连通，应在满足河流生态流量及湖泊生态水位等要求的同时，合理配置干流、支流、湖泊、河滩、湿地、植被群落、自然保护区以及城市发展、景观、休闲、娱乐设施的空间格局。

7.2 水系连通

7.2.1 水系连通应以水生态修复为主要目标，结合城市水源调配、防洪排涝、水环境改善，合理连通城市河湖水系，保护恢复河流生态廊道，提高水体流动性。

7.2.2 应根据城市河湖水系格局、地形地貌、水文水资源条件、水环境及水生态特点、城市用地规划及开发情况、经济社会发展要求等，结合河湖水系演变规律，统筹考虑水系连通需求与可能性，采用工程措施和非工程措施进行连通，合理论证工程规模，进行方案的经济技术比选。

7.2.3 水系连通措施类型主要包括连通、疏导、引排、调度等，应根据实施连通的目的综合选择。

7.2.4 连通方案应对环境、社会风险等方面的影响进行分析，应避免选择自然状况改变较大、连通建设投入高、存在洪水灾害及污染转移、外来物种入侵、有害病菌扩散以及对经济、社会、生态等存在重大风险的连通方案。

7.3 河湖平面形态塑造

7.3.1 河湖平面形态尽量维护河道蜿蜒、自然形态，堤线、河湖岸线应满足防洪

排涝、区域社会经济、生态、景观等规划要求，合理确定河湖功能分区，各水系的平面布局应满足 SL 431 中对河道功能的规定。

7.3.2 维持和修复河道地貌的自然景观格局，维持河道固有的弯道、急流、跌水、浅滩、深潭、沼泽、沙洲等自然形态，避免人为裁弯取直、渠化河道，维护河流生态环境的多样性。

7.3.3 根据河道功能确定河道宽度，遵循宜宽则宽原则，并依据 GB 50286 的要求划定保护范围，城市河道根据河道级别及所在区位，设计临水堤顶线至城市蓝线的宽度不低于 6m~30m，河道穿过生态保护区时应设置河流生态廊道缓冲区，宽度设计符合城市景观视觉效果，平衡好区域水安全、生态保护与土地开发利用三者之间的关系。

7.3.4 保护与修复湖泊湿地区域内的洼地、高岗、湖心岛等高低起伏的自然地貌形态，加强湖泊、湿地管理及保护；湖泊、湿地等新建人工水域应结合城市规划进行建设，增加水域面积可参照 GB 50513 及城市水系规划导则 SL 431 中关于城市适宜水面面积率的有关规定确定。

7.3.5 河流平面形态参数包括水面面积、河宽、主槽与平滩宽度、蜿蜒度等，平面设计内容包括堤线与岸线布置、深潭与浅滩布置、江心洲分布等；可采用复制法、经验关系法、参考法及自然恢复法等方法修复河流蜿蜒性特征，丰富河道平面形态。

7.3.6 湖泊形态参数有面积、容积、长宽、深度、岸线长度、岸线发展系数、湖泊岛屿率等，湖泊设计时，选用岸线发展系数大的方案，增加岸线多样性，并放缓湖岸坡度。

7.4 河滨带和湖滨带修复

7.4.1 根据河湖功能分区、径流分布及流量、径流污染负荷、地形条件等确定河滨带、湖滨带保护与修复宽度，合理配置植物，保护与修复河湖生态系统。

7.4.2 河滨带保护与修复适宜宽度一般为单侧 20m~100m，宜大于 30m，内容包括河岸带生物恢复与重建、河岸缓冲带生境恢复与重建及河岸带生态系统结构与功能恢复 3 个部分。

7.4.3 作为湖滨带核心区及整个湖泊的重要保护带的陆辐射带宽度不宜小于

30m~50m。湖滨带保护与修复按类型分为生境条件、生物因素及生态系统等 3 种。湖滨带保护与修复应考虑湖泊整体的富营养化水平及其变化，将生态修复分阶段进行，以自然保育为主，人工修复为辅，遵循湖滨生态自然演变的规律。

7.4.4 植物配置可利用本土植被，不宜引用外来物种，宜选用对城市河湖生态环境适应性强、有利于改善河道水环境且维护成本合理的植物，应综合考虑岸坡稳定、城市河岸景观提升、植物造景效果等因素，合理配置植物，增加植物种类，选择乔木、灌木、草本、藤本合理搭配，加大植株年龄跨度，植物应与种植基的性质相适应，详见附录 C。

7.5 断面多样性修复

7.5.1 断面多样性修复以恢复由人类破坏或严重干扰过的河道断面形式的生态功能为目的，保持河道纵向和横向形态的多样性，增加栖息地多元性，修复内容包括河流纵断面坡降、横断面多样性修复、深潭浅滩序列构建等。

7.5.2 河道纵断面坡降应顺应水文情势，避免采用单一坡降，必要时采用物理模型或数学模型进行分析。为加强河道内栖息地功能性，可在合适位置增加砾石、堆石堰和鱼巢等，也可设置人工落差减缓坡降，降低洪水流速，保护河床。

7.5.3 横断面多样性修复，主要维持和恢复主河槽、河漫滩、过渡带等自然特征，宜采用复合断面及生态型岸坡防护结构。

7.5.4 结合河道平面特征、水流特点、发展形态及地质地貌条件，合理布置深潭-浅滩序列。可通过浅滩恢复、生态护底固槽、建造丁坝和挑流坝等来构建深潭~浅滩序列。

7.6 生态岸坡整治

7.6.1 生态岸坡整治方案应有利于保护河道的自然环境、减少水土流失，满足动植物生长栖息要求，维持河道自然生态廊道作用。

7.6.2 生态岸坡整治方案应根据区位条件、水系格局、地形地质、自然环境、水文气象等现状条件综合确定，选用适宜的生态堤岸类型，岸坡尽量采用缓坡形式。

7.6.3 生态岸坡结构在满足防洪安全、抗冲抗刷及稳定要求的前提下，尽量选用自然材料类、石笼类、土工材料类、多孔透水混凝土构件及其组合等护岸结构材

料，不宜采用混凝土、浆砌块石等硬质不透水材料。各类生态护坡护岸型式见附录 D。

7.6.4 对于已有硬质化护岸的工程，可结合河道综合整治规划、城市开发利用、亲水、景观等需求等进行生态化改造，根据原护岸材料及结构型式，采用土工材料复合种植、粗骨料材料填充、骨架内植草、植被型生态混凝土护坡等生态型技术。

7.6.5 生态护岸的植物选择应考虑河岸的稳定性及行洪要求，选择栽植根系较强、固岸效果较好且不影响行洪的低矮适宜干湿交替环境的湿生植物。

8 生物栖息地保护与恢复

8.1 一般规定

8.1.1 生物栖息地保护范围应结合城市规划，根据保护需求、生态本底条件、生物种群历史演替和现状，以及流域或区域城市建设情况，科学合理划定。

8.1.2 生物栖息地保护与恢复设计，应坚持系统完整、保护优先、因地制宜、统筹实施的原则。

8.1.3 应在详细调查河湖生态现状基础上，结合流域与区域生态系统特点，分析目标栖息地存在的问题和保护需求，根据上位规划、生态本底特征、区域空间与场地条件，完成生物栖息地保护与恢复设计。

8.1.4 生物栖息地保护与恢复设计可包括总体设计和专项设计，其中总体设计宜包括空间功能分区等，专项措施设计可包括产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道、替代生境以及其他措施（如增殖放流）等。

8.1.5 生物栖息地空间功能分区可根据生物种群保护和人类活动需求，划分为严格保护区、生态保育区、科普游憩区和传统利用区。

8.1.6 应结合栖息地规模和空间条件，充分考虑水生生物、两栖、陆生、鸟类以及昆虫等生物栖息与活动需求。

8.1.7 生物栖息地保护与恢复设计，应参考广东省及当地野生动植物保护名录，结合栖息地特征与条件，识别生物栖息生物种类和栖息地类型，充分考虑珍稀濒危生物种群栖息繁育需求。

8.1.8 应关注不同生物对食源、空间、植物、光线、温度、噪音等要素的不同需求，营造差异化或多样化栖息条件。

8.1.9 应特别注意外来入侵物种对流域内重要生物栖息地的影响。

8.1.10 应建立健全生物栖息地保护组织机制，严格落实相关部门在河湖生物栖息地保护中的职责要求。

8.1.11 宜建立生物栖息地常态化监测和评估机制，遴选具备相关能力的专业机构、采用数字化信息技术手段，对栖息地内生物繁育和活动情况进行监测评估，必要时可进行人为干预。

8.1.12 宜在生物栖息地显著位置设置标志牌，介绍生物栖息地情况、栖息地内

生物群落及保护生物赋存情况、保护生物习性特征和注意事项，有利于公众对生物栖息地的认知和保护。

8.2 产卵场、索饵场、越冬场保护与恢复

8.2.1 应根据流域内水生生物的生存空间与繁育迁徙需求，保留一定范围的天然生境河段，划定保护红线，限制或禁止开发、种植养殖、鱼类捕捞等人类活动，保护与恢复产卵场、索饵场、越冬场（三场）区域。

8.2.2 城市河湖三场保护应注重不同水深区域地形地貌和生物物种保护与恢复。

8.2.3 产卵场应具备合适的水温、水深、流速、底质条件、水质条件等，在保护和恢复时应同时注重水深梯度和水生植物条件。

8.2.4 产卵场的恢复可通过导流排沙改善底质条件、构筑丁字坝、建设深潭-浅滩、铺设人工产卵场、水生植物种植、生态调度等方法。

8.2.5 索饵场保护应注重河口区域、河湖水系交汇区等，应注重满足不同水生动物尤其是重点保护物种的摄食需求。

8.2.6 越冬场一般为 4m~5m 深水区范围内，河床多为岩基和砾石。

8.3 洄游通道保护与修复

8.3.1 宜根据实际情况，禁止或适当限制闸坝、水电站等阻隔生物洄游的水利设施建设。对已经修建永久性闸坝、水电站等水利设施的，可根据实际情况予以拆除或建设鱼道等过鱼设施，以恢复生境连通性和完整性。

8.3.2 上行过鱼设施的选择，低水头（20m~25m）水利设施宜采用鱼道，中高水头水利设施宜选用鱼闸、升鱼机、集运鱼船等。

8.3.3 下行过鱼设施主要形式为物理栅栏或行为屏障（如电栅、音筛）。

8.3.4 鱼道按其结构型式可分为仿生态式、槽式、隔板式和特殊型式，应根据过鱼对象、结构特点等选择适用的鱼道形式。

8.3.5 鱼道进口宜布置在泄水闸、电站尾水、生态放水口等常有水流下泄处，过鱼季节中进口水深不宜低于 1.0m，可设置多个不同高程的鱼道进口。

8.3.6 鱼道出口宜为开敞式，流速不宜大于 0.5m/s，过鱼季节中出口水深不宜低于 1.0m，可设置多个不同高程的鱼道出口。

8.3.7 仿生态式鱼道设计应符合下列规定：

1 应利用工程区原有河流、天然沟渠等地形条件，建筑材料如漂石等就地取材。

2 坡度宜在 1:100~1:20。

3 鱼道宽度宜取最大过鱼对象体长的 3~5 倍。水深不宜小于 0.2m，最大流速不宜大于 0.2m/s。

8.3.8 隔板式鱼道设计应根据主要过鱼对象洄游习性选择隔板型式，根据鱼道设计位置选择断面形式，其他主要参数设计应符合下列规定：

1 池室净宽不宜小于主要过鱼对象体长的 2 倍，池室净长可取池室净宽的 1.25~1.5 倍。

2 池室设计水深可取 1.5m~2.5m。

3 每 10~20 块隔板应设休息池，长度不宜小于 2 倍池室长度。

8.3.9 鱼道辅助设施主要包括诱导设施、拦污及清污设施、观测设施等，其设计应与鱼道主体布置等相协调，可根据需要选用。

8.4 替代生境保护与修复

8.4.1 对已遭破坏或消失及稀缺的重要生物栖息地，应综合考虑物种生态学特征和生活习性、生境需求、人类活动情况等，必要时构建替代生境，以满足珍稀、濒危生物繁育需要。

8.4.2 支流生境替代可通过支流生境替代干流生境，补偿性保护干流开发中受到影响的生物，达到干支流之间的平衡发展与保护。

8.4.3 人工鱼巢可根据实际情况选用天然植物人工鱼巢、人造水生植物鱼巢、网片人工鱼巢、鱼巢砖等不同类型。

8.4.4 在人类干扰程度较高的城市河湖水域可采用生态岛，应符合下列规定：

1 选址应以河湖原有地形调查为基础，不破坏原有生境，与周边环境相协调。

2 面积和数量应根据水域规模和生物栖息需求等确定，岛屿形态宜向外空间延展较小、水岸线较长。

3 应重点考虑水位变化对植被群落、生物栖息地等的影响，宜设置季节性

淹没的浅滩生境。

8.4.5 人工浮床/浮动湿地可为鱼类等生物提供觅食、遮荫庇护、产卵等栖息场所。

9 生态监控与管理

9.1 生态监测与评估

9.1.1 城市河湖生态监测的内容应包括河湖水环境监测和河湖生态监测等。

9.1.2 城市河湖水环境监测可按照 SL219、SL395、HJ/T 91-2002、《国家地表水环境质量监测任务作业指导书》的规定布设监测断面，确定监测项目、监测频率和监测方法等。可根据需要同步进行水量监测，监测方法和技术应符合现行国家和行业有关标准的规定。

9.1.3 城市河湖生态监测应结合生态修复设计范围水生态特点和实际情况，提出包括生态水量及生态水位、河湖重要栖息地及标志性水生生物、河湖连通性及形态，湿地面积及重要生物等内容的河湖水生态监测方案。监测方法及频次等应满足河湖水生态状况评价要求。

9.1.4 应在生态监测和调查基础上，分析城市河湖生态环境演变趋势，识别河湖资源开发存在的生态风险，判断分析其影响要素、程度和范围，提出风险控制的对策措施。

9.2 生态综合管控

9.2.1 河湖生态综合管理应包括法规与制度建设、监督管理体制与机制建设、监控和应急能力建设、科学研究与技术推广应用、综合管理能力建设等内容。

9.2.2 应从法规体系建设、制度建设、技术标准体系建设等方面提出河湖生态保护与修复法规与制度建设方案。

9.2.3 应从生态需水保障机制、水生态补偿机制、公众参与和媒体监督机制等方面提出河湖生态监督管理体制与机制建设方案。

9.2.4 应针对突发水污染事故、自然灾害等，制定河湖生态监控和应急能力建设方案，包括监控方案、监控能力建设、应急预案制定、应急能力建设等。

9.2.5 应从重点研究领域、重大战略和重要技术理论研究和推广应用等方面提出科学研究与技术推广应用建议。

9.2.6 应从管理机构建设、队伍建设、设施与装备建设、监督执法能力建设等方面提出综合管理能力建设方案。

附录 A 城市河流生态需水计算方法

A.1 水文学法

A.1.1 Q_p 法。又称不同频率最枯月平均值法，以节点长系列（ ≥ 30 年）天然月平均流量、月平均水位或径流量（ Q ）为基础，用每年的最枯月排频，选择不同频率下的最枯月平均流量、月平均水位或径流量作为节点基本生态环境需水量的最小值。频率 P 根据河湖水资源开发利用程度、规模、来水等实际情况确定，宜取 90%或 95%。

A.1.2 Ternant 法。依据观测资料建立的流量和河流生态环境状况之间的经验关系，用历史流量资料就可以确定年内不同时段生态环境需水量，使用简单、方便。不同河道内生态环境状况对应的流量百分比见表 A.1.1。

表 A.1.2 不同河道内生态环境状况对应的流量百分比（%）

不同流量百分比对应河道内生态环境状况	占同时段多年年均天然流量百分比(年内较枯时段)	占同时段多年年均天然流量百分比(年内较丰时段)
最大	200	200
最佳	60~100	60~100
极好	40	50
非常好	30	50
好	20	40
中	10	30
差	10	10
极差	0~10	0~10

A.1.3 频率曲线法。用长系列水文资料的月平均流量、月平均水位或径流量的历史资料构建各月水文频率曲线，将 95%频率相应的月平均流量、月平均水位或径流量作为对应月份的节点基本生态环境需水量，组成年内不同时段值，用汛期、非汛期各月的平均值复核汛期、非汛期的基本生态环境需水量。

A.1.4 流量历时曲线法、 $7Q_{10}$ 法、近 10 年最枯月平均流量（水位）法等其他水文学法计算方法可参考 SL/Z 712。

A.2 水力学法

A.2.1 湿周法。水力学法中最常用的方法，利用湿周作为水生生物栖息地指标，通过收集水生生物栖息地的河道尺寸及对应的流量数据，分析湿周与流量之间的关系，建立湿周一流量的关系曲线。将曲线中拐点对应流量作为基本生态环境需水量，即维持生物栖息地功能不丧失的水量。

A.2.2 R2CROSS 法。以曼宁方程为基础的计算方法。首先根据研究河段控制断面的河顶宽度，查表 A.2.1 得到环境流量所需的水力学参数：平均水深、湿周率和平均流速。然后再根据该断面建立的水深、湿周率和平均流速与流量的关系分别得到 3 个流量 Q_1 、 Q_2 和 Q_3 ，最后在 3 个流量中选出所需要的环境流量：如果是在夏季和秋季，那么平均水深、平均流速及湿周率必须全部满足，即生态流量为 Q_1 、 Q_2 和 Q_3 中的最大值；（2）如果是在冬季和春季，3 个水力参数满足两个即可，即为 Q_1 、 Q_2 和 Q_3 个流量中的第二大值。

表 A.2.2 R2CROSS 法确定生态流量的标准

河顶宽度 (m)	平均水深 (m)	湿周率 (%)	流速 (m/s)
0.3~6	0.003~0.06	50	0.3
6~12	0.06~0.12	50	0.3
12~18	0.12~0.18	50~60	0.3
18~31	0.18~0.30	≥ 70	0.3

A.3 栖息地法

A.3.1 生物需求法。对于有水生生物物种不同时期对水量需求资料的，水生生物需水量可采用式 (A.3.1) 计算：

$$W_i = \text{Max} (W_{ij}) \quad (\text{A.3.1})$$

式中 W_i ——水生生物第 i 月需水量， m^3 ；

W_{ij} ——第 i 月第 j 种生物需水量， m^3 ；根据物种保护的要求，可是一种或多种物种。实际计算中，可根据实测资料和相关参考资料确定生物物种生存、繁殖需要的流速范围，再依据“流速—流量关系曲线”，确定对应的流量范围，进而计算得到 W_{ij} 。

当水生生物保护物种为多个时，应分别计算各保护物种的需水量，并取外包值。

A.4 综合法

A.4.1 BBM 法。从河流生态系统整体出发，根据专家意见综合研究流量、泥沙运输、河床形状与河岸带群落之间的关系。

A.4.2 水文-生态响应关系法。计算过程如下：①调研河流的生态状况；②认识自然水文情势的生态功能、水文改变的生态响应，构建水文-生态响应的概念模型；③确定环境水流评估的生态保护目标及其关键期；④针对不同生态目标，采用一定的数学模型和方法建立水文指标与生态指标的量化关系；⑤估算生态需水，并与人类需水相协调，确定可操作的环境水流；⑥基于适应性管理方法开展多次环境水流试验，不断修正水文生态响应关系和环境水流估算结果。

附录 B 城市湖泊生态需水计算方法

B.0.1 湖泊形态法。通过分析湖泊水面面积变化率与湖泊水位关系来确定维持湖泊基本形态需水量对应的最低水位。

首先通过实测的湖泊水位 H 和湖泊面积 F 资料，构建湖泊水位 H 与湖泊水面面积变化率 dF/dH 的关系曲线（见图 B.0.1）。在湖泊枯水期低水位附近的最大值对应水位为湖泊最低生态水位如果湖泊水位和 dF/dH 关系线没有最大值，则不能使用本方法。

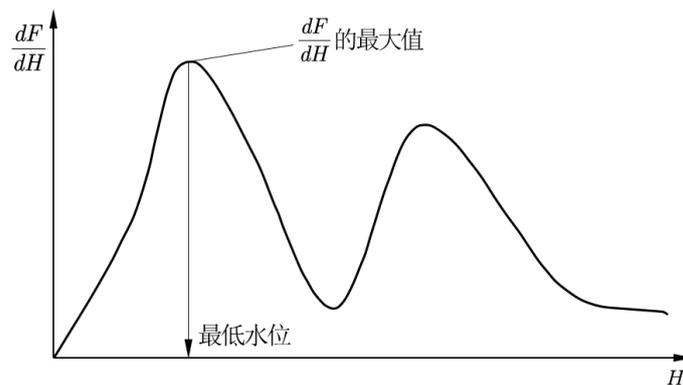


图 B.0.1 湖泊水位和湖泊面积变化率曲线示意图

注： F 为湖泊水面面积， H 为湖泊水位。

湖泊最低生态水位计算可采用式 (B.0.1) 计算：

$$F = f(H)$$

$$\frac{dF}{dH} = 0$$

$$(H_{\min} - a) \leq H \leq (H_{\min} + b) \quad (\text{B.0.1})$$

式中 F ——湖面面积, m^2 ;

H ——湖泊水位, m ;

H_{\min} ——湖泊天然状态下的多年最低水位, m ;

a 、 b ——和湖泊水位变幅相比较小的一个正数, m 。

B.0.2 水量平衡法。通过计算维持一定水面面积的湖泊蓄水量来计算湖泊基本生态环境需水量与目标生态环境需水量。通过分析计算范围内各水量输入、输出项的平衡关系, 用水量平衡法进行计算。可采用式 (B.0.2) 计算:

$$W_z = F(E_z - P) + T + G + W_0 + Q_0 - Q_i \quad (\text{B.0.2})$$

式中 W_z ——湖泊生态环境需水量, m^3 ;

F ——湖泊水面面积, km^2 ;

P ——湖泊多年平均降水量, m^3/km^2 ;

Q_i ——湖泊与河湖连通情况下的流入水量, m^3 ;

E_z ——湖泊计算面积水面蒸发需水量, m^3 ;

T ——湖泊植物蒸散发需水量, m^3 ;

G ——湖泊土壤渗漏需水量, m^3 ;

W_0 ——维持一定水面面积的湖泊蓄水量, m^3 ;

Q_0 ——湖泊与河湖连通情况下的流出水量, m^3 ;

当湖泊敏感保护目标年内不同时段对水深和水面面积有不同要求, 水面面积可根据保护目标不同时段的需求要求而具体确定。

B.0.3 栖息地法 (生物空间法)。该法基于湖泊各类生物对生存空间的需求来确定湖泊的生态环境水位。可用于计算各类生物对生存空间的不同需求下对应的水位。各类生物对生存空间的基本需求, 应包括鱼类产卵、洄游, 种子漂流, 水禽繁殖等需要短期泄放大流量的过程。

B.0.4 换水周期法。换水周期系指全部湖水交换更新一次所需时间长短的一个理论概念, 是判断某一湖泊水资源能否持续利用和保持良好水质条件额度的一项重要指标, 采用式 (B.0.3) 进行计算。并在此基础上采用式 (B.0.4) 计算湖泊生态环境需水量。

$$T = W/Q_i \text{ 或 } T = W/W_q \quad (\text{B.0.3})$$

其中， T 为换水周期（天）； W 为多年平均蓄水量（ 10^4m^3 ）； Q_t 为多年平均出湖流量（ m^3/s ）； W_q 为多年平均出湖水量（ 10^4m^3 ）。

$$\text{湖泊生态环境需水量} = W/T \quad (\text{B.0.4})$$

湖泊最小生态环境需水量可以根据枯水期的出湖水量和湖泊换水周期来确定，这对于湖泊生态系统特别是人工湖泊的科学管理是非常重要的，合理地控制出湖水量和出湖流速，将有利于湖泊生态系统及其下游生态系统的健康和恢复。

附录 C 河湖两岸缓冲带常用植物

C.1 常用优良植物

C.1.1 广东省河湖两岸缓冲带常用优良植物可参见表 A.1.1-1。

表 A.1.1 广东省河道两岸缓冲带常用优良植物

植物类型	植物名
常绿乔木	南洋杉、大叶相思、台湾相思、青梅、腊肠树、新银合欢、红豆树、木莲、榕树、黄葛榕、蒲桃、水翁、柠檬桉、白千层、湿地松、白竹、甜竹、粉单竹、黄梁木、杉木、木荷
落叶乔木	木棉、木麻黄、海红豆、南洋楹、铁刀木、降香黄檀、大叶栎、枫香、泡桐、落羽杉、朴树、青檀
常绿灌木	枸骨、杜鹃、望江南、朱槿、春花、
落叶灌木	油柑子、云实、木槿、枸杞
陆生草本	铁线蕨、大花美人蕉、野菊、南美蟛蜞菊、巴拉草、假俭草、蓉草、多花黑麦草、两耳草、海雀稗、象草、金丝草、香根草、田菁
藤本植物	龟背竹、绿萝、炮仗花、使君子、三裂叶野葛、薛荔、玉叶金花

C.2 常用耐污净化植物

C.2.1 广东省河湖两岸缓冲带常用耐污净化植物可参见表 A.2.1-1。

表 C.2.1 广东省河湖两岸缓冲带常用纳污净化植物

植物类型	植物名
常绿乔木	蒲葵、红千层、樟树、女贞
落叶乔木	橡胶树、苦楝、水翁
常绿灌木	海桐、马缨丹
落叶灌木	木槿
陆生草本	肾蕨、竹节草、千屈菜、薏苡、灯心草
水生草本	薹菜、水芹、水烛、香蒲、窄叶泽泻、慈姑、芦苇、菰、菖蒲、石菖蒲、黄菖蒲、荇菜、金鱼藻、黑藻、苦草、密刺苦草、刺苦草、菹草

附录 D 常用生态护坡护岸技术

D.1 一般规定

D.1.1 本规程参照《广东省中小河流治理工程设计指南（试行）》，梳理出适合城市河湖较为生态的护坡护岸技术。

D.1.2 生态护岸是一种利用植物或者植物与工程措施相结合的、既能有效减小水流和波浪对岸坡基土的冲蚀和淘刷，又能美化造景、维护生态环境的新型护岸形式。

D.1.3 生态护岸的功能主要包括防洪安全、固土护坡、水土保持、缓冲过滤、净化水质、生态修复、改善环境、美化景观等。

D.1.4 生态护岸工程设计应使工程措施对河流的生态系统冲击最小化，不仅对水流的流量、流速、冲淤平衡、环境外观等影响最小，还要创造适于动物栖息及植物生长、微生物生存所需要的多样性生境。

D.1.5 生态护岸工程设计应遵循岸坡稳定、行洪通畅、材质自然、透气透水、节省投资等原则。

D.1.6 常用生态护岸主要包括植物护岸、土工材料复合种植基护岸、绿化混凝土护岸、格宾石笼护岸、机械化叠石护岸、生态浆砌石护岸、多孔预制混凝土块体护岸、自嵌式挡墙护岸等。

D.2 植物护岸

D.2.1 植物护岸技术是一种完全依靠植物进行河道岸坡保护的技术，通过有计划地种植植物，利用其根系锚固土壤的力学效应和茎叶截留降雨、削弱溅蚀、抑制地表径流的水文效应，消浪促淤、减小水土流失、固滩护岸。

D.2.2 植物护岸主要优点如下：

- 1 对河流生态环境影响小，有利于维护河流健康，生态环保效果好。
- 2 在固土护岸的同时，兼具景观营造的功能。
- 3 促进有机物降解，改善水质，净化空气，调解小气候。
- 4 节省工程材料和人力，低碳节能，环境负荷小。
- 5 节省投资。
- 6 植物护岸具有自我适应、自我修复的能力，管理维护成本低。

D.2.3 植物护岸对基土的抗冲刷保护能力较弱，适宜用于坡度较缓、水流速度较小的岸坡，河道水流速度一般宜小于 2m/s。

D.2.4 护岸植物设计的总原则是建立符合当地的立地条件、与周围环境相协调的植物群落。植物种类的选择应考虑河道类型、功能、河段和坡位等因素进行，

并遵循下列原则：

- 1 确保河道主导功能正常发挥。
- 2 生态适应性和生态功能优先。
- 3 物种多样性和乡土植物为主。
- 4 景观性。
- 5 经济适用性。

D.3 土工材料复合种植基护岸

D.3.1 土工材料复合种植基护岸由土工合成材料、种植土和植被三部分组成，利用土工合成材料固土护坡，并在其中复合种植植物或自然生长形成植物护岸，实现保护河流岸坡的目的。

D.3.2 土工材料复合种植基护岸既有植物护岸生态自然、美化造景、节能环保、经济节省、自修复、少维护等优点，又能有效提高土体稳定性和抗冲刷能力，尤其是提高工程初期的岸坡防护效果。

D.3.3 土工材料复合种植基护岸抗暴雨冲刷能力优于植物护岸，但仍然较弱，适宜用于坡度较缓、水流速度较小的岸坡，河道水流速度宜为 2~4m/s，且不宜用于常水位以下。

D.3.4 常用土工合成材料包括土工袋、土工格室、土工网垫和土工格栅等。

D.4 绿化混凝土护岸

D.4.1 绿化混凝土护岸是一种通过水泥浆体粘结粗骨料，依靠天然成孔或人工预留孔洞得到无砂大孔混凝土，并在孔洞中填充种植土、种子、缓释肥料等，创造适合植物生长的环境，形成植被的河道护岸型式。

D.4.2 绿化混凝土护岸结合了混凝土护岸和植物护岸的优点，既具有混凝土护岸安全可靠和抗冲耐磨等优点，又具有植物护岸的生物适应性好、削污净水、生态友好、美化造景等特性。

D.4.3 绿化混凝土护岸抗冲刷能力较强，适用于岸坡较陡、水流速度较快、防冲要求较高的河道岸坡，河道水流速度一般宜为 3~5m/s。

D.4.4 绿化混凝土设计强度等级应不低于 C5，孔隙率不小于 25%、护坡厚度

100~150mm。

D.5 格宾石笼护岸

D.5.1 格宾石笼护岸是一种由高强度、高防腐的钢丝编织成网片，再组合成网箱，然后在网箱内填充块体材料，表面覆土绿化或植物插条而成的新型生态护岸型式。

D.5.2 格宾石笼护岸具有柔韧、抗冲耐磨、防锈、抗老化、耐腐蚀等特点，具有以下优点：

- 1 多孔隙，透水透气，环境友好，适合水生动物栖息和植物生长。
- 2 结构柔韧性好，适应河床变形能力强。
- 3 具有较好的抗冲护坡能力
- 4 可水下施工，便于施工、修复、加固。
- 5 就地取材，经济合理。

D.5.3 格宾石笼护岸高度不宜高于 2m。格宾石笼护岸抗冲刷能力较强，适用于水流速度较快、防冲要求较高的河道岸坡，河道水流速度一般宜为 3~6m/s。

D.5.4 格宾石笼护岸以块石或卵石作为主要填充材料，在块石和卵石料源丰富的地区更适用。

D.6 机械化叠石护岸

D.6.1 机械化叠石护岸是一种依靠块石自身重量及交错咬合形成的综合摩擦力来保证自身稳定、抵抗水土压力的新型生态护岸型式。

D.6.2 机械化叠石护岸为柔性护岸，变形适应能力强，施工简便快速，投资较少，外观自然，与周围环境浑然一体，生态适应性强，景观效果好。

D.6.3 护岸叠石单块宜不小于 300kg，厚度宜不小于 400mm，上下错位，垫砌稳固。

D.6.4 机械化叠石护岸适用于石材资源丰富、水流速度较小、抗冲要求不高的河流护岸及造景，河道水流速度一般宜为 1.5~3m/s。

D.7 生态浆砌石护岸

D.7.1 生态浆砌石护岸是一种临河表面干砌内部浆砌块（卵）石，依靠砌筑的块（卵）石交错咬合的摩擦力和内部砂浆的粘结作用保持整体稳定性、抵抗水土压力的新型生态护岸型式。

D.7.2 生态浆砌石护岸既具有传统浆砌石抗冲耐磨、整体稳固的护岸能力，又外观自然，存在连通孔洞，可为水生生物提供栖息、繁衍的场所，生态适应性强等优点，但工序较传统浆砌石复杂，造价较高。

D.7.3 生态浆砌石护岸适用于水流速度较快、抗冲要求较高、生态适应性和景观效果要求较高的河道护岸，河道水流速度一般宜为 2.5~4m/s。

D.7.4 生态浆砌石砌筑砂浆强度等级应不小于 M7.5，石料应大面朝下，采用座浆法分层卧砌，上下错缝，内外搭砌，稳定牢固，严禁出现通缝、叠砌和浮塞。

D.8 多孔预制混凝土块体护岸

D.8.1 多孔预制混凝土块体护岸是一种采用混凝土预制块体干砌，依靠块体之间相互的嵌入自锁或自重咬合等方式形成多孔洞的整体性结构，孔洞中可填土种植或自然生长形成植被的新型生态护岸型式。

D.8.2 多孔预制混凝土块体护岸结合了普通混凝土护岸和植物护岸的优点，既抗冲耐磨、稳定牢固，又具有自然绿化、生物适宜、景致怡人的生态特性。

D.8.3 多孔预制混凝土块体护岸适用于水流速度较大、抗冲要求较高、生态和景观要求较高的河道，河道水流速度一般宜为 3~5m/s。

D.8.4 多孔预制混凝土块体设计强度等级应不小于 C20。

D.9 自嵌式预制混凝土块体挡墙

D.9.1 自嵌式预制混凝土块体挡墙是一种采用混凝土预制块体干砌，块体之间相互嵌入形成自锁，依靠墙体重力保持稳定，墙体与墙后填土之间可设置土工格栅提高墙体的稳定性，结构预留孔洞，孔洞中可种植或自然生长形成绿化植被的新型生态护岸型式。

D.9.2 自嵌式预制混凝土块体挡墙为柔性护岸，适应地基变形能力较好，便于植物生长，外观自然，生态和视觉效果较好。

D.9.3 自嵌式预制混凝土块体挡墙适用于生态和景观要求较高、水流速度较小

的河道，造价较高，河道水流速度一般宜为 1.5~3m/s。

D.9.4 自嵌式预制混凝土块体设计强度等级应不小于 C20，墙后应设置土工布反滤。

本规程用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的，正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。
2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的，正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。
3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
4. 条文中指明应按其它有关标准执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。非必须按所指定的标准和规范执行的写法为，“可参照……执行”。
5. 本标准所称的“以上”、“以下”、“以内”、“不大于”、“不少于”、“不小于”，包括本数；所称的“大于”、“小于”、“以外”、“多于”、“少于”不包括本数。

引用标准名录

- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 12997-91 水质采样方案设计技术规定
- GB 12999-91 水质采样样品的保存和管理技术规定
- GB/T 18921 城市污水再生利用景观环境用水水质
- GB/T 25173 水域纳污能力计算规程
- GB 50286 堤防工程设计规范
- GB 50513 城市水系规划规范
- GB 50707 河道整治设计规范
- HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范
- HJ2005 人工湿地污水处理工程技术规范
- JTS154-1 防波堤设计与施工规范
- JTJ319 疏浚工程技术规范
- NB35091 水电工程生态流量计算规范
- SL 379 水工挡土墙设计规范
- SL 383 河道演变勘测调查规范
- SL 431 城市水系规划导则
- SL 709 河湖生态修复与保护规划编制导则
- SL/Z 712 河湖生态环境需水计算规范
- DG/TJ08-2100 人工湿地污水处理工程技术规范

广东省标准
城市河湖生态修复设计规程

条文说明

目 次

1 总则.....	38
3 基本规定.....	39
4 生态现状调查与评价.....	40
4.1 一般规定.....	40
4.2 经济社会现状及历史文化.....	40
4.4 水环境现状.....	40
4.5 水生生物现状.....	41
4.6 河湖地貌现状.....	42
4.7 河湖生态现状评价.....	42
5 生态需水保障.....	44
5.1 一般规定.....	44
5.2 河湖生态需水.....	44
5.3 生态需水保障措施.....	46
6 水体修复.....	47
6.1 一般规定.....	47
6.2 内源控制措施.....	47
6.3 自净强化措施.....	48
6.4 旁路净化措施.....	48
7 地貌形态塑造与修复.....	48
7.1 一般规定.....	48
7.2 水系连通.....	48
7.3 河湖平面形态塑造.....	49
7.4 河滨带和湖滨带修复.....	50
7.5 断面多样性修复.....	53
7.6 生态岸坡整治.....	54
8 生物栖息地保护与恢复.....	55
8.1 一般规定.....	55
8.2 产卵场、索饵场、越冬场保护与恢复.....	58

8.3 洄游通道保护与修复	59
8.4 替代生境保护与修复	61
9 生态监控与管理	62
9.1 生态监测与评估	62
9.2 综合管理	62

1 总则

1.0.1 城市河湖具有自然和社会双重功能，一方面是城市天然的生态廊道，另一方面是防洪排涝通道，供给水资源，具有休闲、游憩、改善景观文化等功能。但随着城市的迅速发展，河湖生态遭到不同程度的破坏，严重影响了城市河湖自然和社会功能的发挥，亟需进行生态修复。

1.0.2 施工组织、建设征地、环境影响、投资概算及经济评价等内容可参照《水利水电工程初步设计报告编制规程》SL 619-2013、《城市河湖水环境治理工程初步设计报告编制规程》Q_PWEG 015-2018、《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013）》等相关规程、规定相关要求编制。

1.0.3 过量纳污是造成当前城市河湖生态破坏的最根本原因。城市河湖生态修复的根本措施就是控制入河污染，开展河湖的源头控制和污染减排工程。根据水体修复的水质目标，进行外源控制。本规程是在外源控制的基础上，仅对内源控制、自净强化和旁路净化等水体修复措施提出相关说明。

1.0.4 城市河湖生态修复治理不得影响河湖原有的防洪排涝、供水等功能，同时应考虑休闲、景观、娱乐等综合功能。

3 基本规定

3.0.1 城市河湖生态功能丧失或退化主要体现在水文特征恶化、水环境污染严重、水体自净能力减弱、自然地貌质量下降、生物栖息地功能衰退、生物多样性减少等方面。

3.0.2 河湖生态系统被干扰分为两类。一类是生态功能退化，是可逆的。当去除人类活动造成的胁迫因子，有可能靠自然演替实现自我恢复。另一类是生态功能丧失，往往是不可逆的。在去除胁迫因子后，还需辅以人工措施，实现生态修复。

3.0.3 河湖生态现状评价内容包括经济社会、水文水资源、水质状况、生物状况、河湖地貌等，评价指标、标准及方法可参考《全国河湖健康评估技术文件——河流健康评估指标、标准与方法(试点工作用)》。

3.0.6 广东省城市河流分两种。(1) 双向流内河涌：由堤围和水闸与外江水位能够隔离，或能够使其临时或长期不受外江水位影响的河涌，该类河涌自然状态下受潮汐影响水流双向流动，多分布于珠江三角洲感潮地区；(2) 单向流河涌：发源于山丘或湖泊的河流，珠江三角洲地区的该类河涌除河口局部段受潮汐影响外，大多段水流顺畅为单向流，粤东西北地区城市河流多为该类河涌。因地制宜，应选择适合珠江三角洲和粤东西北等不同区域城市河流或湖泊的生态修复技术与措施。

3.0.7 内源通常包括河道底泥释放的污染、水产养殖产生污染以及水体中水生动植物的排放和释放的污染。相对而言内源中河道底泥污染对水环境的影响大且难以控制，本规程重点对底泥污染的处理措施提出相关规定。

3.0.8 城市河湖生态胁迫因子包括：水坝导致的生态阻隔作用；河流渠道化、直线化；河漫滩被侵占；堤防的生态阻隔作用；不透水硬质护坡护岸工程；围湖造田等。

3.0.9 生物群落的多样性包括濒危、珍惜、特有生物物种的保护，河湖水陆交错带植被恢复，包括鱼类在内的水生生物资源的恢复等。恢复生物群落多样性的关键是河湖生物栖息地的保护与修复。

3.0.10 城市河湖水生态修复应全流域系统治理，从生态需水保障、水体修复、地貌形态塑造与修复和生物栖息地保护与恢复等全方位综合施治，以确保治理成效。

4 生态现状调查与评价

4.1 一般规定

4.1.1、4.1.2 结合城市河湖生态修复设计范围，进行社会经济与历史文化、水文水资源、水环境、水生态、河湖地貌现状调查时城市河湖生态修复的基础工作。可以通过收集住建、城管、水利、自然资源、生态环境、农业、林业等有关部门的监测资料或技术报告获取调查资料，部分资料可以采用 3S 等技术和方法获取。需检查基本资料是否满足规划任务要求，明确资料来源，检验基本资料的正确性及相互协调性和一致性，分析数据的合理性、规律性。当资料不能满足规划要求时，需进行补充监测和调查。

4.2 经济社会现状及历史文化

4.2.1、4.3.1 行政区划、人口、经济水平宜以区（县）、乡镇（街道）或行政村为统计单位，主要采用文献调查和直接调查法。可以通过收集各行政区的相关资料，或深入现场通过观察获取相关社会信息。城市河湖流域（汇水范围）的边界应根据水文分析，并结合城市排水分区、行政边界等综合确定。

4.4 水环境现状

4.4.1 污染源调查需在入河排污口调查及监测的基础上，统计生态修复设计河湖的废污水和主要污染物入河量，并分析污染成因。外源包括工业源、生活源、规模化畜禽养殖源、城市面源、农业面源。对于有固定排放口的点源，主要是调查其位置、类型、排放方式、污染物种类及数量等；对于无固定排放口的面源，主要是调查区域、排放方式、污染物类型及排放量等。

内源污染指进入水体中的营养物质通过各种物理、化学和生物作用，逐渐沉降至河湖沉积物表层。积累在沉积物表层的氮、磷营养物质，可以被微生物摄入进入食物链从而参与水生生态系统循环，也可以从沉积物中静态或动态释放出来重新进入水体，形成内源污染负荷。内源污染类型主要包括沉积物污染、水产养殖污染和航运污染。

4.4.1、4.4.2、4.4.3 污染源、水质、沉积物调查应充分利用水利普查、排污口普

查、污染源普查、水资源公报、生态环境质量公报、水质旬报、相关统计年鉴及水质常规检测资料。当收集资料不满足要求时，需进行现场调查或按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ91—2002）进行补充监测。

4.4.3 沉积物中营养盐、有机质的污染水平可采用污染指数法进行评价，重金属污染状况可采用综合潜在生态风险指数法评价。

4.5 水生生物现状

4.5.1 栖息地类型可通过栖息地因子进行区分，主要因子包括水温、水质、流量、流速、水位、水深、地貌特征、河床底质及水生植被等。

4.5.2 大型水生植物是生态学范畴上的类群，不仅包括生活在河湖水体中的植物，还包括在河湖滨岸长期适应湿生生境的植物，一般可将其分为挺水植物、漂浮植物、浮叶植物和沉水植物；浮游生物是指在水中悬浮生活的生物，一般都很微小，要借助显微镜进行观察，通常分为浮游植物和浮游动物两大类，前者主要为浮游藻类，后者主要包括原生动物、轮虫、枝角类和桡足类；底栖动物是指栖息在水体底部静水沉积物内、流水石块或砾石表面或其间隙中的大型无脊椎动物，主要包括水生昆虫、甲壳类、软体动物、环节动物等。

4.5.5 对生物状况一般用生物群落内的物种丰度、多度及密度等进行生物多样性分析。物种丰度是指群落所包含的物种数目，物种多度是评估群落内各物种的个数数量多少的一项指标，物种密度是单位面积上或单位空间内某物种的个体数。由于 Simpson 指数和 Shannon—Wiener 指数同时考虑了群落内物种数目和每个种的相对多度，可以用这两项指数判断群落物种多样性（多样性）。Simpson 指数（D）和 Shannon—Wiener 指数（H）分别按式（1）和式（2）计算：

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (1)$$

$$H = 1 - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

式中 P_i —第 i 个种的相对多度；

n_i —第 i 个种的个体数目；
 N —群落中所有种的个体总数；
 s —物种数目。

4.6 河湖地貌现状

4.6.1 河湖地貌现状调查的尺度可以选择以河湖廊道为主，有条件的可扩展到流域（汇水范围）。

4.6.2 河势稳定性调查包括主流变化情况、岸线变化情况、河床稳定性和岸坡稳定性等。

河流横断面特征可以用宽深比和宽窄率衡量，宽深比为平滩水位所对应的河道水面宽度与平均水深的比值；宽窄率为河漫滩区的河宽与平滩宽度的比值。河流纵断面特征可以用河道纵比降衡量，河道纵比降为河段两端点之间的高度差与两点之间直线长度的比值。

湖泊岸线多样性可以用湖泊岸线长度与等湖面积圆周长的比值衡量，比值越大，岸线多样性越强。

河湖基本地貌单元调查需包括局部弯道、深潭、浅滩、江心洲、故道、洲滩湿地、河滨带、湖滨带等地貌单元的位置、大小、数量、植被覆盖情况、利用现状等。局部弯道的特征参数包括曲率半径、河湾跨度等；河滨带、湖滨带特征参数包括宽度、形状等；深潭、浅滩、江心洲、故道、洲滩湿地等地貌单元的特征参数包括位置、数量和面积大小等。为直观说明地貌单元特征进行文字、影像记录。

河湖水系连通性调查内容需包括河流纵向、横向、垂直向的连续性和连通性以及河湖之间的联通程度。

河湖调查内容可以根据河湖实际情况和生态特征以及资料获取情况选择重要指标开展必要的调查。

4.7 河湖生态现状评价

4.7.1 河湖生态现状可以根据河湖上下游不同敏感生态问题及特征，结合设计分区对河湖分段分区进行评价。

河湖生态现状评价可以建立生态现状评价指标体系。评价指标包括经济社会、水文水资源、水环境、生物状况、河湖地貌五方面。可以根据河湖特征及其生态保护与修复要求选取适宜的指标进行评价。经济社会主要分析人口密度、景观舒适度等；对水文水资源的生态需水满足状况主要分析生态基流及敏感生态需水满足程度等内容；水环境状况可以用水功能区水质评价类别、水质达标率及湖库富营养状况等指标表述；对河湖地貌主要考虑反映生境地貌形态状况的河流蜿蜒度、横向连通性、纵向连通性等内容；对生物状况主要分析保护水生生物存活状况、物种多样性等内容。

4.7.2 河湖生态现状与历史状况的对比分析是论证河湖生态修复必要性的基础，其目的是识别河湖生态系统的演进趋势，判断生态系统总体处于退化或严重退化还是基本维持动态平衡。当河湖生态系统退化至一定程度，即靠河湖本身自我修复能力已经无法恢复的情况下，需要进行河湖生态修复。

4.7.3 将河湖生态状况的单项指标划分为“优、良、中、差、劣”5个级别进行评价。对分级体系需首先确定指标阈值和建立相对的“优”级参照系统。可以选择河湖历史上某一时段未被人类过度干扰的生态良好状况作为参照系统，也可以选择同一水系的良好河段或自然条件与规划河湖相近的其他生态良好河湖作为参照系统，还可以依据现有标准及专家经验建立参照系统。

一般将河湖生态系统受到或受到极小认为干扰的自然状况等理想生态状况，定为“优”级；将河湖生态系统严重退化、生物多样性严重下降及水生生物群落以耐污种占据绝对优势作为最坏状况，定为“劣”级。确定“优”级和“劣”级的主要生态要素各项指标阈值后，依据其偏离程度，再确定“；良、中、差”各级的各项指标阈值。“良”级为河湖生态系统受到较少的人类干扰，极少数对认为活动最敏感的物种出现一定程度丧失；“中”级为河湖生态系统受到中等程度的认为干扰，大部分认为干扰敏感的物种丧失，水生生物群落以中干扰程度较高，对认为活动敏感的物种全部丧失，水生生物群落中等耐污和耐污种占据优势，群落呈现单一化趋势。

4.7.4 生态现状评价需总结影响河湖生态系统演变的主要原因，对未来经济社会发展及环境压力导致的生态环境演变趋势进行判断，结合评价结果确定要重点开展生态修复设计的区域及目标。

5 生态需水保障

5.1 一般规定

5.1.1 生态环境需水包括河道内生态环境需水和河道外生态环境需水。本规程城市河湖生态需水是指河道内生态环境需水。根据城市河湖社会经济、生态、环境、景观综合功能的需求，结合基本生态环境需水量和目标生态环境需水量，综合考虑，合理选定生态需水保障目标。广东省城市河湖生态需水参考阈值可按表 5-1 执行。

表 5-1 不同类型河流生态需水参考阈值

开发利用程度 (%)					
高		中		低	
基本	目标	基本	目标	基本	目标
15~25	50~60	20~30	55~65	≥30	≥65

注：表中值为“生态环境需水量/地表水资源量比例”。“基本”为基本生态环境需水量，“目标”为目标生态环境需水量。

5.1.2 河道内生态环境需水计算是以维护河湖生态环境功能的用水需求为基础，计算各项功能的需水量并取外包值作为河道内生态环境需水量。

5.1.3 全年各时段均需保障基本生态需水，在特定的生态敏感区和生态敏感期需要保障敏感生态需水。敏感生态需水主要包括：重要河湖及河谷林草生态需水、重要水生生物生态需水和河口生态需水。

5.2 河湖生态需水

5.2.1 城市河湖的生态用水与经济社会用水需水存在一定的矛盾，必须统筹协调，对河湖生态环境功能制定目标，按照目标要求，计算生态环境需水量。

5.2.2 选取生态需水控制断面时，主要考虑几个方面因素：主要河流的重要控制断面；重要水生生物栖息地敏感水域控制断面；为便于监控，所选择的控制断面要尽可能与水文（水位）测站一致。

5.2.3 河流生态环境需水量多用流量、水量、占天然径流量的百分比表示；湖泊生多用水位或水面面积表示。

5.2.4 水文学法是指利用简单的水文指标设定流量的传统的生态基流计算方法，也称“水文指标法”或“历史流量法”，它以历史流量数据的百分比来确定生态基流。包括 Q_p 法、流量历时曲线法、 $7Q_{10}$ 法、近 10 年最枯月平均流量（水位）法、Tennant 法、频率曲线法等。

水力学法是指以曼宁公式为计算基础，通过建立流量与水力学要素之间的关系确定生态基流的计算方法。包括有湿周法、R2CROSS 法等。

栖息地法是指以保护物种栖息地环境要素、水力学条件和流量条件为基础，通过建立三者关系确定生态基流的计算方法。包括生物空间法、生物需求法等。

整体法是指从河流生态系统的整体性的角度，综合分析水文、泥沙、河流形态与河流生境之间的关系来确定生态基流的计算方法。包括南非的 BBM 法、水文-生态响应关系法等。

生态基流的 4 种计算方法各有优缺点，适用条件亦有所不同，具体见表 5-2。

表 5-2 不同生态需水计算方法优缺点对比表

类别	优点	缺点	推荐使用条件
水文学法	计算简单，容易操作，对数据要求一般不高。	过于简化了河流的实际情况，没有直接考虑生物参数及其相互影响。	不能完全反映出河流生态需水的实际情况，只能在优先度不高的河段使用，或作为其他方法的一种粗略检验。
水力学法	数据容易通过调查获得，不需详细的物种—生境关系数据，可为其它方法提供水力学依据，与其它方法结合使用。	用一个河道断面水力参数代表整条河流，易产生较大误差。	计算结果无法反映河流的季节变化，通常不能用于确定季节性河流的流量。
栖息地法	结合生物与流量资料获得目标物种的推荐流量，充分考虑了目标鱼类的栖息地参数。	量化的生物信息较难获得，需要研究水文系列的特定水力条件及相关鱼类栖息地参数。	计算结果仅能反映目标物种的流量需求，适用于重要生物栖息地河段敏感生态需水计算。
整体法	全面评估整个河流生态系统的需水状况，从保护单一物种或单项生态目标向维护生态完整性方向前进。	许多整体法都假设自然水文情势是最佳水流条件，限制了在水库河段的应用。	过多地依赖多学科的专家知识，需要大量生物数据，同时对水质和泥沙问题考虑不足，不太适用于我国河流现状。

5.2.5 维持湖泊形态功能不丧失的水量，可采用“湖泊形态分析法”；维持生物栖息地功能不丧失的水量，可采用“栖息地法”；湖泊水量平衡法和换水周期法适用

于人为干扰较小的闭流湖或水量充沛的吞吐湖的保护与管理。同时，也适合在人工控制下的城市人工湖泊。

5.3 生态需水保障措施

5.3.1 利用已用水库、闸坝优化调度保障生态需水多用于单向流河流，利用已有闸泵联合调度多用于双向流内河涌。不同水利工程分别按照以下不同要求科学调度，保障下游或区域河湖生态需水保障。

1 上游建有水库的城市河流应制订科学合理的水库调度方式，改善水库调节对下游河段水文情势、水温、水质等环境要素的影响，使得在满足防洪除涝、供水等基础上，最大程度地保障下游河道生态用水需求。

2 闸坝工程调度应综合考虑生态环境、防洪除涝、经济社会、工程技术等因素影响，依据核算的河湖生态需水综合确定闸坝工程调度模式和运行方式。合理确定闸坝下泄流量过程，保障河流生态用水。

3 平原感潮网河区的闸站群联合调度应综合考虑城市区域需求，突出主要目标，在满足防洪排涝安全前提下，充分利用潮汐特性，合理制定水闸、泵站联合调度方案，增加网河区河道流速、流量，改善水动力。

5.3.2 城市河湖生态补水水源及方式应多途径、多方位考虑，通过人为的有力干预，使失调的生态系统恢复本来的稳定状态，或在人为的有益影响下建立新的平衡。

6 水体修复

6.1 一般规定

6.1.1 目前国内外均在深入研究和实践让退化的水域生态系统恢复到健康水平，但单纯依靠河湖自净能力实现水质改善是一个漫长的过程，往往需要几十年甚至百年时间。因此在当前我国环保压力持续加大情况下，应采取各类人工强化净化措施开展水体修复，在短时间内解决河湖污染问题，提升水体水质显得尤为重要。

6.1.4 水体修复以水质改善以目标为导向，该目标一般根据生态修复整体目标确定，目标指标体系的建立以导致河湖水质恶化的主要污染因子（如氨氮、COD、BOD、总磷、总氮等）为基础，并根据实际情况进行补充。

6.1.5~6.1.6 河湖有着自身的特点，任何一项水体修复技术都不可能适合所有类型的河湖，因此应根据河湖污染程度、尺度大小、区域位置、发育程度、主体功能、重要程度等因素，选择适宜的水体修复技术和措施，同时这些措施不能影响河湖的行洪功能和日常管理。

6.1.8 城市河湖的水体修复措施会对许多生态与环境因子产生影响，包括有利影响和不利影响，需从利弊两个方面对水体修复措施做出全面客观的评价，合理判别治理措施的环境影响程度，分析措施实施过程可能出现的环境问题，提出环境保护的目标和对策措施、环境管理与监测方案，确保措施不带来其它环境问题。

6.2 内源控制措施

6.2.1 本条规定了环保清淤应遵循的原则及清淤方案思路。目前市场上的清淤设备种类较多，近年来也出现了越来越多的更新、更环保、更高效的设备，具体的清淤方案可因地制宜，结合设备技术发展予以综合考虑确定。如城市河道两侧居民区较多的，尽量采取对周边居民影响小的清淤方案，通航河段清淤及底泥输送可采用绞吸式挖泥船，挖掘机、水陆两用绞吸泵及吸泥泵等环保清淤方式配合输泥管输送方案；非通航河段可采用水陆两用搅吸泵、挖掘机及吸泥泵等环保清淤方式配合输泥管输送方案。淤泥的减量化、无害化处理方法主要包括：固化剂固化整合搅拌脱水法、机械脱水法、物理脱水固结法、热处理法等。

6.2.2 淤泥处理处置应遵循的指引和指南包括《广州市河涌清淤及淤泥处理处置

全流程工作指引（试行）》、《广东省中小河流清违清障清淤工作指导意见》、《广东省中小河流治理工程设计指南（试行）》（粤水建管函〔2018〕1361号）等

6.2.5~6.2.6 当采用原位修复技术进行河湖内源污染治理时，一般采用生态修复（微生物、动植物等）原位氧化、原位钝化、原位盖帽等修复方法。采用化学药剂，要充分论证化学药剂不对水体产生二次污染。

6.3 自净强化措施

6.3.1 人工增氧作为阶段性措施，可有效提升局部水体的溶解氧水平，并加大区域水体流动性。

6.3.2 射流和喷泉的水柱喷射高度不宜超过 1m，否则容易形成气溶胶或水雾，对周边环境造成一定的影响。

6.4 旁路净化措施

6.4.1 旁路净化措施指位于水体外采取的人工净化湿地及针对特殊临时工况的其他人工强化技术等。

6.4.4~6.4.5 可在水体周边区域设置适宜的旁路治理设施，从污染最严重的区段抽取河水，经处理设施净化后，排放至另一端，实现水体的净化和循环流动。

一体化设施产生的污泥应进行减量化、稳定化和无害化处理。

黑臭水体或封闭水体等一般位于居民密集的地区，应结合周边环境进行加盖等臭气控制措施，必要时增加臭气收集和处理设施，减少一体化处理设施对周边环境的影响。

7 地貌形态塑造与修复

7.1 一般规定

7.1.2 河湖滨岸带界面的生态性，主要指在水陆连接上，应具有连续性，水陆连接界面的处理应避免形成生态缺失带；在与生物群落的联系上，应有利于生物群落的生存与恢复，营造生境界面；在与人的联系上，应可亲近可到达，为人民群众共享优质滨水空间提供便利。

7.2 水系连通

7.2.2 工程措施主要指开挖、疏浚、拆除阻隔设施及新建连通通道等；非工程措施主要指改进闸坝调度运行方式、实施流域水资源管理及建设生态监测网等。

7.2.3 水系连通方式根据连通的主要目的、手段、途径、工程等，可大致划分为4类：

1 城市水网式：以加强水资源统筹调配能力为目的，新建河湖水系间新的水流连接，形成互补共济的水网格局，共同抵御洪涝灾害，同时改善水环境水景观。

2 河道疏通式：以提高河道过流能力或水体容量为目的，对河道进行清淤、拓宽、挖深或增加蜿蜒度，以保证正常的泄洪、供水、水生态修复功能发挥。

3 水体置换式：以加强水体更新能力和改善水环境为目的，通过人工调控增加连通水系的调水、补水能力，缩短水系的水体置换时间，增加水环境容量，改善水环境。

4 开源补水式：以维持河流自然生态需求为目的，通过水库、闸坝等水利工程调度，确保连通水系原有水流连通，保障河道生态基流，改善河道水生态系统环境。

7.3 河湖平面形态塑造

7.3.1 城市水系可分为防洪排涝类、饮用水源类、航道运输类、生态环境类、景观娱乐类、其他功能类和复合功能类，各分类的功能要求见《城市水系规划导则》(SL 431)。

7.3.3 关于规划岸线与规划控制宽度，一般结合河道等级综合确定。根据《城市水系规划导则》(SL 431)，河道宽度 $\geq 100\text{m}$ 的，为一级河道；河道宽度在 $10\text{m}\sim 100\text{m}$ 之间的，为二级河道；河道宽度 $< 10\text{m}$ 的，为三级河道。根据《广州市中心城区河涌水系规划》，城区河涌水系划分为三类，规划岸线至规划控制线宽度参见表4，省内各地级市划定河滨区控制线宽度可参考使用。

表4 规划岸线至规划控制线宽度

河涌类别	一类河涌	二类河涌	三类河涌
河涌功能	处于城市建成区和未来规划区的河涌，是组成城市水网的骨架，具有防洪排涝、绿化、景观、	是建成区排水汇集的渠道，水网中的次级河涌，具有防洪排涝、绿化及部分景观休闲	位于城中村、农作区等，主要功能是排涝、灌溉及绿化

	休闲及旅游等功能	等功能	
规划岸线与规划控制宽度	老城区不小于 10m, 规划区不小于 20m, 农作区不小于 30m	老城区不小于 8m, 规划区不小于 15m, 农作区不小于 25m	老城区不小于 6m, 规划区不小于 10m, 农作区不小于 20m

承担城市生态景观功能的河道宽度应分析景观视觉效果,合理确定河道宽度及宽深比,根据相关研究,当河道宽深比为小于 1 时,岸上的人会有较强烈的空间压迫感,当宽深比在 1~3 的范围时,会有相对舒适的感觉;当宽深比大于 4 时,会给人空间辽阔的体验。

7.3.4 根据《城市水系规划导则》(SL 431)附录,广东省各地级市城市分区及适宜水面面积率摘录如下,各地级市可根据现状及规划情况,在此基础上适当增大水面面积率。根据《城市水系规划规范》(GB 50513),广东省属于一区城市,城市适宜水域面积率一般宜为 8%~12%。

表 5 广东省各地级市城市分区及适宜水面面积率

地市	城市分区	适宜水面面积率 $S_{\text{水}}$
广州市、珠海市、汕头市、韶关市、佛山市、江门市、湛江市、茂名市、肇庆市、惠州市、梅州市、汕尾市、河源市、阳江市、清远市、东莞市、中山市、潮州市、揭阳市、云浮市	II	$5\% \leq S_{\text{水}} < 10\%$
深圳市	III	$1\% \leq S_{\text{水}} < 5\%$

7.3.5 根据赵进勇等人的文献,河流蜿蜒性特征修复的方法有以下几种:

- 1 复制法:采用河道干扰前的蜿蜒模式;
- 2 经验关系法:采用航拍等手段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,应用经验关系模式;
- 3 参考法:参考附近未受干扰河段的蜿蜒模式;
- 4 自然恢复法:通过适当设计,允许河流自身调整,并逐渐演变到一个稳定的蜿蜒模式。

7.4 河滨带和湖滨带修复

7.4.1 城市河湖为人类活动较为频繁的河道、湖泊，人口密集，周边土地资源紧缺，城市化程度高，或有工业聚集区，污染负荷相对较高的流域，河湖承担防洪排涝、航运交通、生态环境、景观娱乐等多重功能。

7.4.2 河滨带保护与修复的范围包括堤脚、滩地、堤防及堤后 4 个区域，分别布置水生植物、岸边耐湿植物、堤岸绿化及城市绿化植被对河滨带进行保护与修复。其中，堤脚部位在有条件时，可按照从高到底依次形成挺水植物、浮叶植物、沉水植物的群落；滩地区域主要植物群落以岸边耐湿植物为主，有湿生林带、灌丛、喜湿耐旱禾草、莎草、缓坡自然生草等；堤防部位以覆绿为主，如缓坡自然生草等；堤后一般陆生植物为主，满足景观绿化功能，如乔木、灌木、小乔木及草本植物等。

河滨带保护与修复示意图如下：

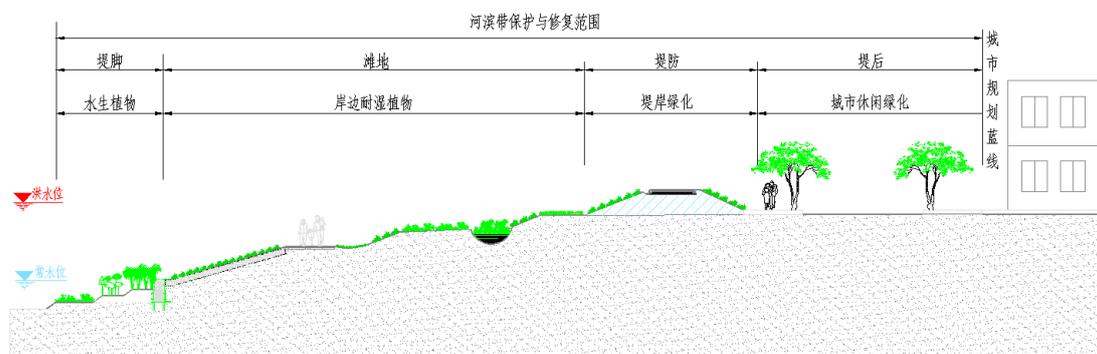


图 1 河滨带保护与修复示意图

作为缓冲带的生态廊道的适宜宽度值，俞孔坚根据不同学者提出的研究分析总结得出，当河流生态廊道单侧宽度大于 30m 时，能够有效的降低温度、增加河流生物食物供应、有效过滤污染物；大于 60m 时，是能满足动植物迁移、许多乔木种群存活的最小廊道宽度；大于 100m 时，是保护鸟类、保护生物多样性比较合适的宽度，河流生态廊道各宽度情况的功能及特点参见表 6。

表 6 根据相关研究成果归纳的生物保护廊道适宜宽度

单侧宽度值(m)	功能及特点
3~12	廊道宽度与草本植物和鸟类的物种多样性之间相关性接近于零，基本满足保护无脊椎动物种群的功能
12~30	对于草本植物和鸟类而言，12m 是区别线状和带状廊道的标准。12m 以上的廊道中，草本植物多样性平均为狭窄地带的 2 倍以上，12~30m 能够包含草本植物和鸟类多数的边缘种，但多样性较低，满足鸟类迁移，保护无脊椎动物种群，保护鱼类、小型哺乳动物
30~60	含有较多草本植物和鸟类边缘种，但多样性仍然很低；基本满足动植物迁

单侧宽度值(m)	功能及特点
	移和传播以及生物多样性保护的功能;保护鱼类、小型哺乳、爬行和两栖类动物, 30m 以上的湿地同样可以满足野生动物对生境的需求;截获从周围土地流向河流的 50%以上沉积物;控制氮、磷和养分的流失;为鱼类提供有机碎屑, 为鱼类繁殖创造多样化的生境
60/80~100	对于草本植物和鸟类来说, 具有较大的多样性和内部种, 满足动植物迁移和传播以及生物多样性保护的功能;满足鸟类及小型生物迁移和生物保护功能的道路缓冲带宽度;许多乔木种群存活的最小廊道宽度
100~200	保护鸟类, 保护生物多样性比较合适的宽度
≥600~1200	能创造自然的、物种丰富的景观结构;含有较多植物及鸟类内部种, 通常森林边缘效应有 200~600m 宽, 森林鸟类被捕食的边缘效应大约范围为 600m, 窄于 1200m 的廊道不会有真正的内部生境;满足中等及大型哺乳动物迁移的宽度从数百米至数十公里不等

注: 上表数据来源为朱强等, 景观规划中的生态廊道宽度, 生态学报, 2005 (9) (第 25 卷第 9 期)

根据《现代河道规划设计与治理》(许士国等人著, 2005 年), 河岸带生物恢复与重建技术主要包括物种选育和培植技术、物种引入技术、物种保护技术、种群动态调控技术、种群行为控制技术、群落结构优化配置与组建技术、群落演替控制与重建技术等;河岸缓冲带生境恢复与重建技术主要包括河岸带坡面工程技术、土壤恢复技术(土壤污染控制技术、土壤肥力恢复技术等)以及河岸水土流失控制技术;河岸带生态系统结构与功能恢复技术主要包括生态系统总体设计技术、生态系统构建与集成技术等。

河岸带植被重建就是选择生态适应性好的乔木作为建群植物, 结合乡土灌木和草本进行优化配置, 形成科学合理的植物群落结构和功能的, 筛选出适合当地河岸特征的植被组合模式和配置方式, 提高河岸带物种多样性与稳定性;河岸带生境重建就是结合仿群落自然演替过程和人工方法, 控制河岸水土流失, 为河岸带生物提供适宜的生存环境。生物重建初步形成了具有一定结构和功能的河岸带, 生境重建则引导和促进了河岸带土壤—植物养分体系的良性循环, 加快群落结构和功能的完善。

7.4.3 根据《湖滨带生态修复工程技术指南(试行)》, 湖滨带保护与修复调查范围可根据外围实际情况向陆向和水向纵深适当外延 200m~1000m。湖滨带陆辐射带宽度是湖滨带核心区及整个湖泊的重要保护带, 可根据外围汇水区径流量、湖滨带基底坡度和土壤渗透性等综合选定, 其中浅水湖泊湖滨带陆向辐射带平均宽度不应小于 50m, 深水湖泊湖滨带陆向辐射带平均宽度不应小于 30m。

根据湖滨带的功能及其管理(颜昌宙等人,生态环境 2005, 14(2): 294-298),湖滨带保护与修复技术体系按恢复类型、对象分为 10 种,见表 7。

表 7 湖滨带保护与修复技术体系

恢复类型	恢复对象	技术体系	
生境条件	土壤(基底)	基底修复	物理基底改造技术、生态堤岸技术、生态清淤技术等
		水土流失控制	坡面水土保持草林复合系统技术、土石工程技术等
		土壤肥力恢复	少耕、免耕技术,生物培肥技术等
		土壤污染控制	土壤生物自净技术、废弃物的资源化利用技术等
	水体	水文条件恢复	湖泊水位调控、河流廊道恢复、配水工程技术等
		水质改善	污水处理技术、湖泊富营养化控制技术、人工浮岛技术等
生物因素	物种	物种引入、恢复与保护	物种选育和培植技术、先锋物种引入技术、土壤种子库引入技术、物种保护技术等
	种群	种群行为控制	种群扩增及动态调控技术,种群竞争、他感、捕食等行为控制技术
	群落	群落演替控制与恢复	群落演替控制与恢复技术、群落结构优化配置与组建技术等
生态系统	结构与功能	生态系统结构与功能恢复	生态系统结构及功能的优化配置与调控技术、生态系统稳定化管理技术、景观设计技术

7.5 断面多样性修复

7.5.2 设置人工落差时必须考虑鱼类的迁徙,最大设计落差不得超过 1.5m。可以将坡降过大的河段设置成坡度为 1/10 的阶梯状,阶梯间高差为 30cm,在每节阶梯间设置约 50cm 深的池塘;横断面方向设 1/30 的倾斜坡度,以维持流量大小发生变化时鱼类上溯的流速和水深。这样的人工落差易于鱼类迁徙,而且可以增强水体的复氧能力和自净能力,也有利于水流和河相形成多种变化,保持生物多样性。

7.5.3 常见的河道断面形式主要有:“U”形断面、梯形断面、矩形断面、复式断面和双层断面五种类型。“U”形断面为自然河道断面,它是由水流常年冲刷自然形成的,为非规则断面,具有一定的多样性特点。自然界不存在严格意义上的梯形、矩形、复式和双层等断面形式,一般为人工开挖。梯形和矩形是城市河道常

见的规则断面形式，结构比较单一，难以满足河道洪水和枯水落差之间的景观生态效应。复式断面综合考虑洪水期和枯水期的过流和水位要求，分为主河槽和行洪断面两部分，同时满足了行洪功能和枯水期景观生态效应，是城市河道中较为理想的生态型断面形式。双层护岸河道分为上下两层，上层采用天然材料，构建多自然型河道；下层采用混凝土结构，主要用于行洪和排涝，适用于既有行洪、排涝的功能，又要满足生态性、景观性、亲水性要求的城市内河。

7.5.4 适宜的深潭-浅滩间距在 5~7 倍河道宽度之间。

浅滩恢复，选择级配良好、有棱角的砂砾料，以保证砂砾石颗粒相互咬合，增加稳定性。由漂石或卵石组成的河床底质粒径不宜过大，以避免在高速水流作用下失稳，并且粒径太大的底质材料也不利于形成适于鲑鱼等鱼类产卵的栖息地；沙质河床的河流不适宜使用砂砾石材料，可用大型圆木作为浅滩材料，用木桩或钢桩固定圆木，并用大块石压重。圆木浅滩的高度以不超过 0.3m 为宜，以便于鱼类的通过。在圆木的上游面安装土工织物作为反滤材料，以控制水流侵蚀和圆木底部的河床淘刷。

生态护底固槽，是为了防止河床下切侵蚀、缓和河床比降，采用砌石、混凝土块体等材料在河床上修建的挡水建筑物。生态护底固槽将垂直落差转变为缓坡，并在急流浅滩下方设置约 80cm 深的深潭，所形成的深潭-浅滩序列。

建造丁坝，可使中水期的水流发生变化，又可在其上游形成回流和泥沙淤积，从而形成了水流流态和生物栖息地的多样性。在水流顶冲部位，用拆掉的混凝土碎块建梳齿形丁坝，有护脚和消能功能。另外，丁坝还可以与木制沉床结合，创造出多样的水边环境。

建造挑流坝，可收缩河道流线，产生较多的紊流，促进了低流量季节性粉沙沉积物的冲刷，在挑流坝后铺设石灰岩大鹅卵石，形成一个新的浅滩区，形成了多样的河道环境。

7.6 生态岸坡整治

7.6.2 城市河湖岸坡整治，河道断面应优先选择斜坡式或复式断面，受地形条件或两岸建筑物限制可采用生态透水的直立式岸墙，并保留一定宽度的岸边带。

8 生物栖息地保护与恢复

8.1 一般规定

8.1.1 此条是生物栖息地保护范围确定的规定，不同保护功能对栖息地植被防护宽度的取值需求可参考生物保护廊道适宜宽度，见表 6。

8.1.2 此条是生物栖息地保护与恢复设计的基本原则，其中：

1 系统完整：以天然河湖为基底，通过生境保护与恢复、生境重建以及人工构建过鱼设施等方式，构建适度规模的生态斑块和廊道，保障流域和区域内目标生物物种涵养繁育所需空间和环境因子的系统完整。

2 保护优先：应优先对无人类干扰或干扰程度较轻微的河湖、湿地进行保护，禁止或限制开发与其他人类干扰。对于因遭干扰而功能衰退的生物栖息地、洄游与迁徙廊道，应积极进行生态恢复和修复，建立必要的隔离设施，逐渐恢复生物栖息功能。已遭破坏但不可替代或稀缺的重要生物栖息地，宜构建必要的替代生境。河湖生态修复工程，以及人工构建的景观河湖，应从生物栖息的需求出发，模拟天然环境构建必要的生物栖息场所或设施。

3 因地制宜：各河段、湖泊结合自身条件包括气候、环境、水文及社会经济条件和生物繁育涵养需求等，采取适宜的技术路线与工程类型，建设与治理过程中结合本地条件，选择乡土动植物种类及材料。

4 统筹实施：生物栖息地保护与恢复应与流域生态环境治理以及相关区域开发建设同时规划设计，统筹实施，严格落实各河段、湖泊、湿地、滩涂等生态保护目标、指标和技术要求。

8.1.3 此条是生物栖息地保护与恢复设计的一般流程要求，见图 1。

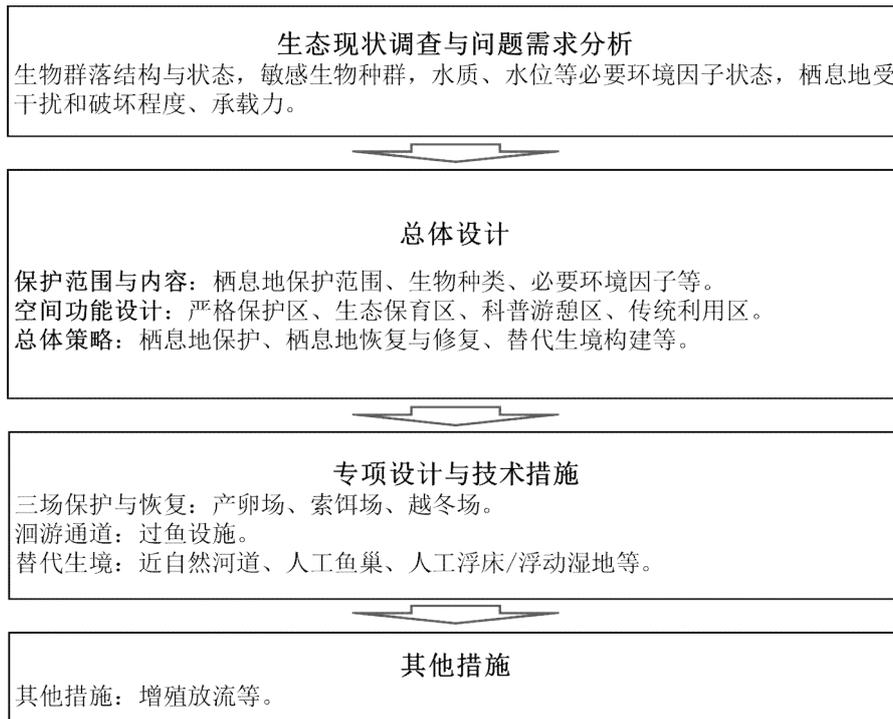


图1 广东省生物栖息地保护与恢复设计一般流程

8.1.5 此条是生物栖息地空间功能划分的规定，其中：

1 严格保护区：面积比例一般不低于 25%，纳入生态红线管理，禁止人为活动，实行最严格保护。该区一般是珍稀濒危生物种群繁殖、生长、迁徙、避难的环境因子集中分布地，应保留自然特征。

2 生态保育区：该区面积和严格保护区之和应大于 50%，构成栖息地保护范围的主体，纳入生态红线管理，实行严格保护。该区应以自然恢复为主，辅以必要的人工修复和保育措施，禁止开发性建设和其他人为活动。

3 科普游憩区：面积比例一般不超过 5%，通常为小面积点状和带状空间。在通过生物多样性和环境影响评价的前提下，可以开展必要的防火、巡护道路、游憩步道、观光路线、管理和服务站等基础保障设施建设，满足公众科研、教育、科普、游憩、自然体验等多方面需求。

4 传统利用区：该区是栖息地保护范围内原本和允许存在的社区和原住民传统生产生活区域。该区可不纳入红线管理，但只能开展限制性利用，排除工业化开发活动。除了必要的生产生活设施，禁止大规模建设，可以开展绿色生产方式，开展环境友好型社区发展项目，开展游憩服务活动。

8.1.7 流域内生物栖息地的类型，应识别流域内水生腔肠动物、软体动物、甲壳

类、鱼类等水生动物，蛙、蟾蜍、蝾螈等两栖类，蛇、龟、鳖等爬行动物，候鸟、留鸟、旅鸟、迷鸟等鸟类啮齿、犬科、猫科等哺乳类，以及其他相关生物群落分布情况。根据动物的稀缺与濒危程度并结合广东省各地野生动植物保护名录，重点分析待保护的珍稀生物种群及栖息地内关键生态因子状况，广东省现存主要野生动物物种见表 9。

表 9 广东现存主要野生动物

物种类别	主要物种
鱼类	广东鲂、金线鲃、倒刺鲃、七丝鲚、黄唇鱼、黄沙蚬等
两栖类	虎纹蛙、刺胸蛙、泽蛙、沼蛙、黑框蟾蜍
爬行类	金钱龟、鹰嘴龟、乌龟、花龟、草龟、山瑞鳖，变色树蜥，蟒蛇、眼镜蛇、眼镜王蛇、金环蛇、银环蛇、灰鼠蛇、三索锦蛇、五步蛇、滑鼠蛇、山烙铁头、水蛇、草游蛇等
鸟类	白鹇、雉鸡、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、水鸡、白头翁、水鸭、野水鸭、苍鹰、雀鹰、蛇雕、夜鹰、猫头鹰、雕、斑啄木鸟、糖鸟、蜂鸟、白鹭、白鹤、黄鹭、灰鹭、池鹭、牛背鹭、喜鹊、红嘴喜鹊、山雀、麻雀、禾花雀、鹧鸪、鸳鸯、画眉、相思、秀眼相思、杜鹃、山斑鸠、朱斑鸠、鹌鹑、金腰燕、白腰雨燕、水雉、针尾沙雉等
哺乳类	野猪、黄猯、豪猪、南狐（狐狸）、猫狸、穿山甲、水獭、黄鼬、芒鼠、松鼠、野兔、花面狸、大灵猫、小灵猫、鼬獾、青鼬、貉、红颊獾（树鼠）、野猫等

注：列入国家一级野生保护动物的有蟒蛇，国家二级保护动物的有穿山甲、水獭、三线闭壳龟（金钱龟）、大壁虎、虎纹蛙、水鹿、大灵猫、小灵猫、苍鹰、雀鹰、蛇雕、猫头鹰、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、白鹇、岩鹭、黑脸琵鹭、绿皇鸠、蓝翅八色鸫、小青脚鹬斑嘴鹈鹕。

8.1.8 此条是对不同生物对多样化栖息条件需求的说明。不同生物种类对食源、空间、植物、光线、温度、噪音等要素的需求差异很大，应最大化保留多样性栖息条件。以鸟类为例（鸟类栖息地营造与恢复可参考 DB11/T 1513）：

1 食物来源：以植物为食的鸟类，应尽可能种植能够为其提供食物的植物，鸟类所喜好的种子、根、茎和果实；而以肉类为食物的鸟类，则需要为其提供虫类和鱼类群落以及恢复健康的食物链，并保留一部分滩涂区域和高低起伏的基底为肉食性鸟类觅食提供良好的空间。

2 面积：鸟类栖息区域要有一定的面积，水深在 0.8-1.2m 的范围内。

3 植物：核心区植物长势应符合鸟类营巢最适宜高度，避免过多种植高大乔木，为鸟类预留一定的活动空间。

4 噪音：应符合规范，例如鸟类休憩的噪音指数应不高于 45db，鸟类繁殖、捕食的噪音指数应不高于 20db。

8.2 产卵场、索饵场、越冬场保护与恢复

8.2.2 城市河湖三场的保护应以浅水水域为主，由浅至深呈现一定坡度，其中：

1 近岸浅滩区（0~0.3m）为草上产卵型与石砾产卵型鱼类的产卵场地，水草与沿岸乔灌木可为鱼类提供庇荫区。

2 浅水区（0.3~2.0m）为大部分鱼类提供觅食、栖息、庇护及产卵场所。

3 深水区（2.0~4.0m）为远离水岸的河心或湖心区，为深水鱼类提供产卵、索饵及越冬场所，同时为部分鱼类提供洄游通道。

8.2.3 不同水深梯度、植物类别和鱼类产卵场的关系可参考表 10、表 11。

表 10 鱼类产卵场水深梯度和植物类别

水深梯度	植物类别	产卵鱼类
浅滩区 (0~0.3m)	湿地草本植物+挺水植物	胭脂鱼、戴氏红鲃、黄鳝、鲢鱼、麦穗鱼、黄颡鱼、鰕虎鱼等
浅水区 (0.3~2m)	挺水植物+浮叶植物+漂浮植物	餐条、红鳍鲃、圆尾斗鱼、三角鲂、鲤鱼、红鲃、鲫鱼、鲢鱼等
深水区 (2~4m)	浮叶植物+沉水植物+漂浮植物	鲂、银鲴、花鲢、泥鳅、罗非鱼等

表 11 适合鱼类产卵的植物种类

植物类别	适合鱼类产卵的植物种类
挺水植物	香蒲、菖蒲、芦苇、花叶芦竹、鸢尾、旱伞草、梭鱼、水生美人蕉、菰、马蹄莲、莲、水葱等
浮叶植物	菱、水鳖、马来眼子菜、芡实、睡莲、萍蓬草、荇菜、野菱等
漂浮植物	浮萍、紫萍、槐叶萍、大藻、芜萍、满江红等
沉水植物	金鱼藻、狸藻、狐尾藻、黄花狸藻、穗状狐尾藻、菹草、沼泽水马齿、黑藻、苦草、刺苦草、密刺苦草、大叶石龙尾等

8.2.4 此条为产卵场恢复的主要技术措施和方法：

1 丁字坝、蛮石丛、卵石堆等可增加流态多样性，为鱼类提供庇护、栖息场所。

2 可在局部河段设置深潭-浅滩结构，增加产卵场局部流态，并为鱼类产卵前后提供临时栖息或越冬场所。

3 可利用漂石、砾石或废弃树木等铺设人工产卵场，提供粘性鱼卵附着场所，同时提供水生动物庇护、遮荫场所。

4 生态调度指在鱼类产卵繁殖季节（多为 3 月~7 月），根据上游来水情况定期加大生态流量泄放，为鱼类产卵繁殖创造适宜水动力条件。

8.3 洄游通道保护与修复

8.3.2 依据鱼类洄游方向的不同，可分为上行过鱼设施和下行过鱼设施。其中，上行过鱼设施主要有鱼道、升鱼机、鱼闸和集运鱼船等，鱼道为最常见、应用最多的上行过鱼设施。

8.3.3 下行过鱼设施主要通过物理栅栏或行为屏障（如电栅、音筛）防止下行鱼类进入水轮机受到伤害，并建造表层或侧、下辅助通道或虹吸鱼道使鱼类安全过坝。

8.3.4 鱼道结构型式中，槽式鱼道可分为简单槽式鱼道（极少采用）和丹尼尔鱼道 2 种；隔板式鱼道按隔板型式可分为溢流堰式、淹没孔口式、竖缝式和组合式。各类型鱼道的结构特点、优缺点及适用鱼类见表 12。其中我国鱼道形式以垂直竖缝式和仿生态式鱼道为主，对应坝高范围较宽。垂直竖缝式鱼道坝高介于 6.0m 和 39.7m，仿生态式鱼道对应坝高为 6.0m~28.7m。

表 12 鱼道的主要类型和特点

类型	结构特点	优点	缺点	适用鱼类
仿生态式	水流能耗通过浅滩、粗石子或小型瀑布实现	鱼类休息条件良好	占用面积大，需有一定地形条件	可满足多种鱼类的要求
丹尼尔式	水槽的槽壁和槽底设有较密间距的阻板和底坎	鱼道体积小，表层水流速度较快，改善进口诱鱼	水流流态较差，气体饱和度偏高，维修难度大	游泳能力较强的鱼类
溢流堰式	鱼类从堰顶通过，堰顶可为平的或曲面的	过流较平稳	消能不充分，水位变动的适应性差	有跳跃习性或常在表层洄游的鱼类
淹没孔口式	过鱼孔淹没在水下位于鱼道中底层，可分为一般孔口、栅笼式	适应水位变动的性能较好	消能不充分	中、底层洄游的大、中型鱼类
竖缝式	水槽大部分被拦截，仅留下一条过鱼竖缝	消能效果较充分，能适应较大水位变幅	易造成池内水流的弯折和紊动	能适应复杂流态变化的大、中型鱼类

类型	结构特点	优点	缺点	适用鱼类
组合式	为溢流堰、淹没孔口及竖缝的组合	能较好发挥各型式孔口的水力特性	结构复杂、设计难度大	能适应不同习性的多种鱼类
特殊结构式	槽身填满刨花、草料的编制竹篓	结构简单、经济	竹篓等容易腐烂，需经常更新	能爬行、能粘附以及善于穿越缝隙的鱼类

8.3.5 此条为鱼道进口的设计规定。鱼道进口水流应平稳顺直，不应有漩涡、回流或死水。根据下游水位变化和过鱼对象习性，可设置多个不同高程的鱼道进口。进口流速小于鱼类感应流速时，需采取补水等，诱导鱼类进入鱼道。

8.3.6 此条为鱼道出口的设计规定。鱼道出口外水流应平稳顺直，流速不宜大于0.5m/s，利于鱼类上溯。根据上游水位变化和过鱼对象习性，可设置多个不同高程的鱼道出口。鱼道出口应远离溢洪道、厂房进水口等泄水、取水建筑物，以及远离水质有污染的水区，嘈杂的码头和船闸上游引航道出口等。

8.3.7 此条是仿生态式鱼道设计的规定。仿生态鱼道形态宜与鱼类原栖息河道生态环境类似，应利用工程区原有地形条件、材料等，减小占地，降低工程投资（参考水利水电工程鱼道设计导则 SL609、水电工程过鱼设施设计规范 NB/T 35054）。

8.3.8 此条是隔板式鱼道设计的规定。结合闸、坝建筑物布置时宜采用矩形断面设计，在岸坡布置时可采用梯形或组合断面（参考水利水电工程鱼道设计导则 SL609、水电工程过鱼设施设计规范 NB/T 35054）。

2 池室水深应根据过鱼对象体长及池室消能要求确定。最小池室水深应大于0.3m，对于体长超过0.2m的鱼类，最小池室水深应大于最大过鱼体长的2.5倍。

3 为保障过鱼对象有足够的体能洄游通过鱼道，需在鱼道中途设置休息池，恢复体能并觅食。若布置在转弯处，休息池长度宜适当加长。休息池内主流流速应介于过鱼对象感应流速和临界游速之间，主要过鱼对象能感知到水流，并能充分地休息。

8.3.9 此条是鱼道辅助设施设计的规定（参考水利水电工程鱼道设计导则 SL609、水电工程过鱼设施设计规范 NB/T 35054）。其中：

1 诱导设施包括鱼坝（堰）、拦鱼网、电栅、水流、声、光、色、诱饵、气幕等类型。

2 拦污设施包括拦污栅、拦污漂等，清污设施包括清污机、清污检修闸门、冲淤设备等，可根据实际情况选用。拦清污设备不应影响鱼类的上行下行。

3 观测设施。鱼道进出口附近宜设置观测室，面积不宜小于 3m×3m。观测室内应合理布设观测窗，可配备摄像机、鱼探仪、计数器、显示器等必要的观测和记录设备。观测设备应能自动进行昼夜连续观测，适应不同的气候条件，识别不同鱼类种类和大小。记录设备应能记录过鱼时间，统计过鱼数量，并储存过鱼过程的影像。鱼道的进出水口宜布置水位监测设施。

8.4 替代生境保护与修复

8.4.2 对于确需建设发电、航运、防洪、蓄水等工程且影响流域生物群落繁育的，应在流域规划开发前就要找到替代生境。所选择替代生境能够反映未开发前的生境状。选取范围要适宜，必要时采用人工生境再造。

8.4.3 此条是人工鱼巢的设计规定。人工鱼巢宜选择在环境相对安静、水质较好、水底沉积物厚度≤10cm 的静水或流速≤0.05m/s 的水域，应设置在湖滩和河道浅水地带，水深不宜超过 1m。

8.4.4 此条是生态岛的设计规定。其中：

2 较大的岛屿宜选择乔木-灌木-湿生植物-水生植物组成的由内而外的植被群落环，面积较小的岛屿可视情况确定群落类型。

3 生态岛设计建设时，应考虑水体高水位与低水位消落空间，保证一些陆生植被和其他陆生生物栖息地高于最高水位，同时考虑一些季节性淹没浅滩湿地，以保证鱼类的产卵和仔鱼栖息。

9 生态监控与管理

9.1 生态监测与评估

9.1.3 本条对河湖生态监测做了原则性规定。河湖生态监测是我国生态监测的薄弱环节，目前仅有 SL219 做了相关技术规定。规划时应根据规划水域的实际情况及其水生态特征，按照河湖生态的管理要求合理制定监测方案，为开展河湖生态保护与修复工作积累基础资料。

生态水量和生态水位是河湖水生态监测的重要内容。在制定监测方案时，要充分考虑监测时机。对水利水电工程要提出下泄生态基流的监测方案；对有梯级开发的河流应提出不同水期、水量水位同步监测方案；对湖泊应提出不同水期的生态水位监测方案。

9.2 综合管理

9.2.2 本条所指的法规、制度及技术标准涵盖与河湖生态有关的法规与制度，如河湖禁（限）排、禁（限）渔、禁（限）采等方面法规与制度。要根据河湖修复设计范围的实际情况，提出具体的管理措施和要求。

9.2.5 要结合河湖修复设计范围的实际生态状况合理确定科学研究重点，如对设计范围内生态脆弱河流（段）或湖区开展试点研究等，并将研究成果在河湖修复设计区域或类似区域推广应用。