

# 团 体 标 准

T/CQSES 01-2022

## 次级河流和湖库水质保障与运维 技术指南

Technical Guide for Water Quality Assurance and Maintenance of Tributary  
and Lakes/Reservoirs

2022-01-25 发布

2022-01-25 实施

重庆市环境科学学会 发布

# 目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 问题调查与分析.....	4
5 水质保障技术.....	8
6 水质运维技术.....	22
7 管控措施.....	25
附 录 A.....	29
附 录 B.....	31
附 录 C.....	35
附 录 D.....	37

## 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。

本文件由重庆市生态环境科学研究院提出，重庆市环境科学学会归口。

本文件起草单位：重庆市生态环境科学研究院、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、重庆大学、重庆华悦生态环境工程研究院有限公司。

本文件主要起草人：封丽、余义昌、杨婷、封雷、古励、吴金富、张勇、马腾飞、吴进、廖伟伶、陈婷婷、姚源、李子未。

本文件为首次发布。

## 引 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国长江保护法》《重庆市水污染防治条例》，为加强流域生态环境保护和修复，防治水污染和保护水生态，指导和规范次级河流和湖库水质保障与运维管理，制定本文件。

# 次级河流和湖库水质保障与运维

## 技术指南

### 1 范围

本文件规定了次级河流和湖库问题调查与分析、水质保障技术、水质运维技术和管控措施。

本文件适用于重庆辖区次级河流和湖库水质提升与运维工作。重庆所属西南地区次级河流和湖库水质提升与运维可以参考使用，其中河流等级划分及重庆市河流河道分布见附录 A。

### 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。所有引用文件，都以其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB3838	地表水环境质量标准
GB50201	防洪标准
GB50707	河道整治设计规范
GB50286	堤防工程设计规范
GB50288	灌溉与排水工程设计规范
GB50141	给水排水构筑物工程施工及验收规范
GB50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB/T50265	泵站设计规范
GB/T50600	渠道防渗衬砌工程技术标准
GB/T50594	水功能区划分标准
HJ2005	人工湿地污水处理工程技术规范
HJ2009	生物接触氧化法污水处理工程技术规范
HJ945.3	流域水污染物排放标准制定技术导则
HJ/T91	地表水和污水监测技术规范

HJ/T192	生态环境状况评价技术规范
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
HJ 576	厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范
HJ 577	序批式活性污泥污水处理工程技术规范
SL196	水文调查规范
SL219	水环境监测规范
SL223	水利水电建设工程验收规程
SL734	水利工程质量检测技术规程
SL709	河湖生态保护与修复规划导则
SL/Z712	河湖生态环境需水计算规范
SL/T4	农田排水工程技术规范
JTJ/T324	疏浚工程土石方计量标准
CJJ82	园林绿化工程施工及验收规范
CJJ/T54	污水自然处理工程技术规程
CECS353	生态格网结构技术规程
LY/T2964	三峡库区消落带植被生态修复技术规程
RISN-TG	人工湿地污水处理技术导则
T/CI004	水源生态湿地建设与长效运行管理技术指南
T/CSES 27	平原河网区入湖河口前置库技术指南
T/CSES 30	污水处理厂尾水人工湿地深度净化技术指南
渝环办〔2017〕672号	重庆市湖库生态修复适宜技术选择指南
环发〔2004〕59号	湖库富营养化防治技术政策
环办〔2014〕111号	江河湖泊生态环境保护系列技术指南

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

次级河流 tributary

指“三江”（长江、嘉陵江、乌江）支流的统称，支流又分为一级支流、二级支流、三级支流、四级支流等几类。

### 3.2

#### **生境 habitat**

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；湖库治理中主要包括影响水体生物生长的水文、流速、水深、底质、护岸形态等环境要素。

### 3.3

#### **生态修复 ecological restoration**

生态修复是在生态学原理指导下，以生物修复为基础，结合各种物理修复、化学修复以及工程技术措施，通过优化组合，使之达到最佳效果和最低耗费的一种综合的修复污染环境的方法。

### 3.4

#### **水生生物多样性 aquatic biodiversity**

指水体中的生物及其环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总合，由遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个层次组成。

### 3.5

#### **生态护岸 ecological embankment**

指在具备岸坡防护基本功能的基础上，具有河水与土壤相互渗透、一定的植物生长条件和生态恢复功能以及一定程度上增强河道自净能力和自然景观效果的护岸结构形式。

### 3.6

#### **河（湖）缓冲带 riparian zone**

河（湖）周边由树木（乔、灌木）及其他植被组成的、为保持河（湖）生态环境健康而划定的具有一定宽度范围且可一定程度上防治地表径流、废水排放、地下径流等所携带的养分、沉积物、有机质、杀虫剂及其他污染物进入水体的功能区域。

## 4 问题调查与分析

### 4.1 调查形式与目的

调查形式包括资料调研和现场调查两种形式。调查目的是了解次级河流和湖库水质的现状与历史变化，识别水质主要问题，诊断主要问题成因，为次级河流和湖库水质保障提供参数和科学依据，为后续维护管理提供支撑。

### 4.2 调查流程

调查宜按照下列流程开展：

- (1) 特征识别：通过现场踏勘识别次级河流和湖库特征；
- (2) 确定水位线位置：根据水利资料及现场踏勘结果，确定多年平均最高水位线、多年平均最低水位线；
- (3) 划定调查范围：综合次级河流和湖库特征及水位信息，确定河湖水体及坡岸调研范围。坡岸部分范围应至少为河湖生态缓冲带覆盖范围。
- (4) 开展水质和生态环境调查，分析存在的主要问题。

调查流程见图 4-1。

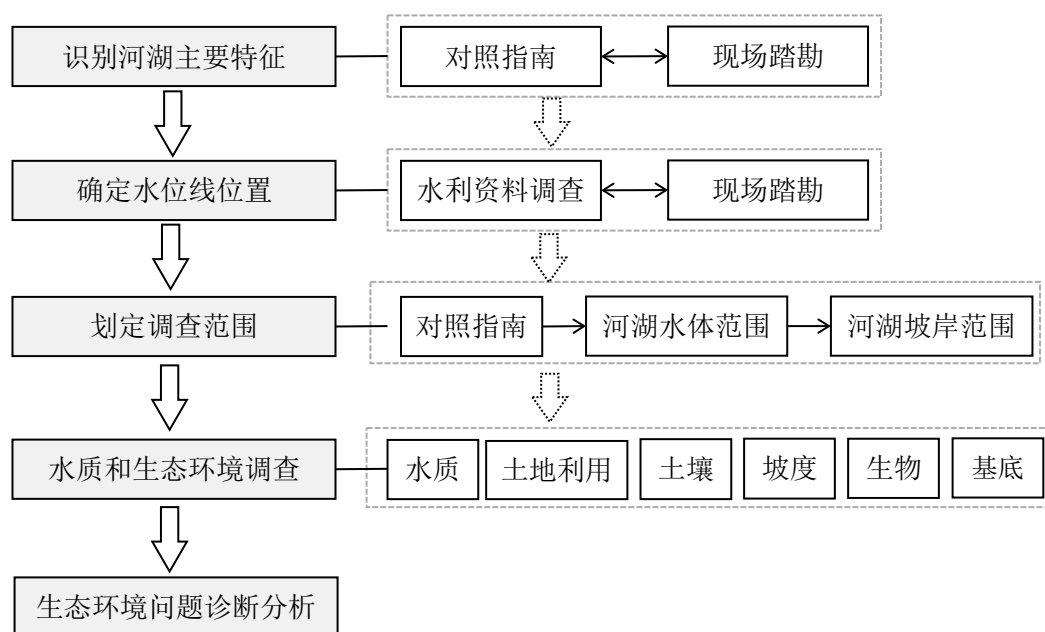


图 4-1 调查流程图

### 4.3 资料调研

#### 4.3.1 河流资料调研

一般应收集以下资料信息：

- (1) 河流基本信息，包括流域水系分布、河流及主要支流长度等；
- (2) 河流水质监测数据、水功能区与水质目标要求等；无水质监测资料的河段应开展必要的补充监测；
- (3) 河流水文资料，包括水位（多年平均最高水位、常水位、多年平均最低水位）、流量、流速及其变化规律；
- (4) 河岸带水域、陆域植物群落组成类型及分布；
- (5) 河流两岸 500 m 区域内遥感影像、土地利用调查基础数据、植被类型分布、土壤质地及类型、区域 DEM 高程图；
- (6) 河流入河排污口及主要污染物排放情况；
- (7) 目标河流是否属于生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、鱼类“三场”及洄游通道、重要湿地等特殊保护区域范围。是否存在独特的土著种或珍稀物种以及保护物种需要的生境条件；
- (8) 目标河流的保护规划、治理方案及相关研究报告，水利工程有关资料、数据、河道养护资料等。

#### 4.3.2 湖库资料调研

一般应至少搜集以下信息：

- (1) 湖泊基本信息，包括地理位置、湖泊形态特征、主要服务功能、环境目标与环境状况、社会经济发展状况等；
- (2) 湖泊流域水系、水文水动力、水位及其变化规律（包括多年平均高水位线、低水位线、常水位线）；
- (3) 湖泊沿岸带土壤、植物组成与分布情况；
- (4) 湖泊沿岸带土地利用及其历史变化情况；
- (5) 用历史遥感影像等资料研究湖泊岸带演变过程；
- (6) 湖泊沿岸带各类污染物排放情况；
- (7) 与目标湖滨生态缓冲带相关的规划、治理方案、研究报告、管理文件；自然保护区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、重要湿地、鱼类“三场”（越冬场、产卵场和索饵场）及洄游通道等特殊保护区域；水利工程有关资料、数据等；

(8) 湖泊沿岸带水生动物的种类及分布，陆生动物种类、分布及是否存在迁徙通道。

#### 4.4 现场调查

结合资料调研对次级河流和湖库进行现场调查，以全面了解河湖的水文特征、生境状况、水环境质量、生物群落特征等相关信息。

##### 4.4.1 河流现场调查

###### 4.4.1.1 河流岸边带及水域特征

###### (1) 土地利用类型

调查区域及周边内主要的土地利用类型，以及其他可能影响水质的土地利用类型，及土地使用中产生的污染类型和特征。

###### (2) 沿岸侵蚀

调查区域是否存在或可能存在土壤流失、沿岸侵蚀，估测沿岸的稳定程度和侵蚀比例。

###### (3) 沿岸生境

观测河岸带两侧岸带 50 m 的区域内植被特征、覆盖度、多样性、优势植被类型及物种，观测宽度可根据实际情况进行调整。

###### (4) 水域内特征

调查区域大型木质残体分布特征、大型采砂、河道内疏浚、建设闸坝和桥梁等情况。

###### 4.4.1.2 河道特征

调查主要河段起始位置并获取河段长度信息。测量河段典型横断面的两岸距离。测量或估算河流流速、流量、水量（即河水淹没区域与河道面积比例。）测量河段深度，计算平均深度。

###### 4.4.1.3 常规水环境特征

观察记录水体颜色、气味、表面漂浮物、表层油污、水体悬浮物等水体表观特征。现场测量并记录水温、水深、透明度、电导率、pH、浑浊度、溶解氧等参数值。

###### 4.4.1.4 常规沉积物和底层环境特征

调研沉积物颜色、气味、油污情况等表观性状。调研底质类别（淤泥、泥沙、黏土、粗砂、砾石、卵石、岩石或其他）及其出现比例。

#### 4.4.1.5 水生植物生长情况

调研大型水生植物生长情况、类型、分布面积、优势物种等。

### 4.4.2 湖库现场调查

#### 4.4.2.1 湖库沿岸及水域特征

调查区域周边主要的土地利用类型,以及其他可能影响水质的土地利用类型,及土地使用中产生的污染类型和特征。

调研 100 m 调查区内陆向延伸 50 m 的湖(库)岸带区域是否存在或可能存在土壤流失、沿岸侵蚀,估测沿岸的稳定程度和侵蚀比例。

观测 100 m 调查区内陆向延伸 50 m 的湖(库)岸带区域,描述并记录植被特征、覆盖度、多样性、优势植被类型及物种,区域宽度可根据实际情况酌情调整。

观察记录 100 m 调查区域湖(库)滨岸带的物质组成结构。观察记录湖(库)沿岸堤岸固化、修建港口和码头等情况。

观察记录湖库内疏浚、建设闸坝等情况。

#### 4.4.2.2 常规水体环境特征

调研水色、气味、表面漂浮物、油污、水体悬浮物等水体表观性状。

现场测量并记录温度、电导率、pH、浑浊度、溶解氧、水深、透明度等基本水质参数。

#### 4.4.2.3 常规沉积物和底层环境特征

调研沉积物颜色、气味、油污情况等沉积物表观性状。

调研底质类别（淤泥、泥沙、黏土、粗砂、砾石、卵石、岩石或其他）及其出现比例。

#### 4.4.2.4 水生植物生长情况

调研湖(库)滨带大型水生植物生长情况、类型、分布面积、优势物种等。

### 4.5 问题分析

#### 4.5.1 一般规定

参照《地表水环境质量标准》（GB 3838）、《湖泊生态安全调查与评估》和《湖泊富营养化调查规范》等，从人为干扰、生境条件、岸带空间、生物状态等方面进行问题分析，为技术选择和方案设计提供依据。

#### 4.5.2 主要陆域污染源分析

基于对坡岸及周边土地利用及各行业或生活源情况调查，定量或定性描述主要陆域污染源，判断其进入河湖的形式及规律，推断对河湖水质和生态环境的影响。

#### 4.5.3 生境现状问题分析

通过对水质、底泥、坡度及岸上情况的调查，评估河湖的水生态质量、底泥污染风险等，分析选择适宜的修复和保障技术。

#### 4.5.4 岸带现状问题分析

通过现场调查明确岸带的类型、结构、坡度等断面形式，从植物立地条件、稳定性等因素识别岸带受损情况，重点圈定需要进行改善或重建的区域范围。

#### 4.5.5 生物状态分析

基于对岸上、水下主要植物及大型水生动物种类、分布及生物多样性的调查结果，分析河湖水体及坡岸生态缓冲带内的生物的健康状态、时空分布特点，对比与健康河湖的主要差距。

## 5 水质保障技术

本指南主要从外源污染控制、内源污染控制、生态修复技术和河道形态修复和河道连通性等方面来提升和保障水质。

### 5.1 外源污染控制技术

#### 5.1.1 预处理技术

**适用范围：**来源多、分散且会汇入河流或湖库的生活污水。

**技术要点：**化粪池是利用沉淀和厌氧发酵原理来去除污水中污染物质的处理设施，术语初级过渡的处理构筑物，其可参考《给水排水设计手册》第2册和化粪池标准图集，并结合出水水质要求进行设计。

**限制因素：**存在堵塞、爆炸、环卫等问题，因此要及时对化粪池清掏疏通，且在清掏疏通中要穿好防化服并做好相关防护措施。

### 5.1.2 终端处理技术

**适用范围：**来源多、分散且会汇入河流或湖库的生活污水。

**技术要点：**目前适用于我国污水终端处理技术主要有稳定塘、人工湿地、生物接触氧化技术、SBR 技术、A/O (A<sup>2</sup>/O) 技术、MBR 技术等。

稳定塘设计因包括厌氧塘、兼性塘、部分曝气塘、生态塘、控制出水塘等。根据污水、环境特征和出水要求选取合适的预处理方式、塘设计参数、塘体设计以及相关附属设施。具体规范详见《污水自然处理工程技术规程》(CJJ/T54)。

人工湿地设计应包括场地选择、集水配水系统设计、土料填充及布局、布水与排水系统设计、植物选择、防渗等。具体规范详见《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005) 和《人工湿地污水处理技术导则》(RISN-TG)。

生物接触氧化技术主要是采用曝气方式是氧气、污水和填料三相接触，进而去除污染物，其工艺设计主要从其预处理、前处理和后处理三个方面考虑，针对目标效果确定相关参数设计，可参照《生物接触氧化法污水处理工程技术规范》(HJ 2009) 进行设计。

A/O(Anoxic/Oxic), 由缺氧和好氧两部分组成。A<sup>2</sup>O(Anaerobic-Anoxic-Oxic), 即厌氧-缺氧-好氧工艺，通过厌氧区、缺氧区和好氧区各种组合及不同污泥回流方式来去除污水中有机污染物和氮磷营养物质等的污水处理方法。具体规范详见《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范》(HJ-576)。

SBR 技术是在同一反映其中按时序进水、反应、沉淀和出水的一类活性污泥处理技术，其主要变形工艺主要有 4 类，具体规范详见《序批式活性污泥污水处理工程技术规范》(HJ 577)。

MBR 技术是将膜分离技术与活性污泥法相结合的一类设施，其工艺设计主要包括膜分离系统和生化工艺两个方面，针对处理目标对工艺进行配置。

**限制因素：**稳定塘技术其处理的污染负荷较低，占地面积较大，受季节影响，且设计不当容易造成堵塞，进而去除污染物效果不能达到最优。

人工湿地技术其主要处理污染负荷低的水体，占地面积较大，设计不当也会堵塞并可能造成地下水污染。

生物接触氧化技术加入的生物填料，价格昂贵，成本较高，可调控性较差，对磷的处理效果较差。

SBR 技术对自控系统要求较高，间歇性排水，池容利用率低，当水量较大时，需多套反应池并联运行，增加控制系统复杂性。

MBR 技术主要在于其建设费用和运行费用昂贵。

### 5.1.3 前置库技术

**适用范围：**平原河网区入湖河口前置库的建设和维护，丘陵、山区，水库流域面积范围内，也可建成以生态库塘为主，结合生态河道和人工湿地技术的前置库系统技术。

**技术要点：**前置库技术利用其对污染物有拦截净化作用，该系统工艺主要分为 5 个单元，分别为导流收集单元、调节缓冲单元、拦截沉降单元、强化净化单元、生态稳定单元，具体规范详见《平原河网入湖河口前置库技术指南》(T/CSES 27)。

**限制因素：**前置库技术的功能植被新陈代谢对水质有一定影响，需要及时对其生物量进行适量的清理，会受到季节的影响，此外前置库还存在淤泥问题需要解决。

外源控制技术比选一览表见附表 B.1。

## 5.2 内源污染控制技术

### 5.2.1 底泥疏浚技术

**适用范围：**所有底泥受到污染的水体，尤其对黑臭水体进行清淤，能够快速降低其内源污染负荷，进而避免污染物向周围水体进一步释放。

**技术要点：**底泥疏浚一般包括水利工程疏浚技术和生态疏浚技术。要做好水利工程渠道的疏浚清淤需要注意以下几点。一是在进行清淤工作是选择合理的清淤技术；二是对于淤积物要进行妥善测处理；三是疏浚工作要保持长效化，保证水利工程渠道通畅。生态清淤是河道生态系统中底泥受到污染的后运用发展生态理论实施的生态修复工程，其本质是以工程、环境、生态相结合的方式来解决城镇河道水体的可持续发展或称河道“生态位”修复。该技术的核心是注重河湖原有生物多样性的保护，以不破坏水生生物自我修复繁衍为前提，同时又为生物技术介入提供有利条件。有关环保疏浚工程技术规范可详见《湖泊河流环保疏浚工程技术指南》。河湖生态疏浚和水利疏浚比选一览表见表 5-1。

表 5-1 河湖生态疏浚和水利疏浚比选一览表

项目	类型	
	生态疏浚	水利疏浚
生态要求	为水生植物恢复创造条件	无
工程目标	清楚底泥污染物层	增加水体容积，维持航运深度
边界要求	按污染物含量拐点确定	底面平坦，断面规则
疏浚深度	<1.0 m	>1.0 m
颗粒物扩散限制	尽量避免扩散和再悬浮	无
施工精度	5 cm	20-30 cm
设备选型	标准设备改造或专用设备	标准设备
工程监控	专项分析，严格监控，风险评估	一般控制
底泥处理	依据泥、水污染性质处理	泥水分离后堆置
尾水排放	处理达标排放	未处理
河床修复	滩池改造、微生物再造和基质改良	无要求

**限制因素：**需合理控制疏浚深度，过深容易破坏河底水生生态，过浅不能彻底清除底泥污染物；高温季节疏浚后容易导致形成黑色块状漂泥；底泥运输和处理处置难度较大，存在二次污染风险，需要按规定安全处理处置。

### 5.2.2 原位处理技术

**适用范围：**所有底泥受到污染的水体，尤其对黑臭水体进行修复。此外，在周边难以开展清淤或使用原位修复技术更加经济有效时，采用原位处理技术。

**技术要点：**原位处理技术主要包括原位覆盖、原位封闭、原位钝化、原位化学和原位生物五大类。

原位覆盖技术通过在污染物底泥表面铺放一层或多层清洁的覆盖物，盖主要有以下三个功能，其一是通过覆盖层，将污染物底泥与上层水体物理性隔开；二是覆盖可以稳固污染底泥，防止其再悬浮或迁移；三是通过覆盖物中有机物颗粒，有效消减污染底泥中污染物进入水体。

原位封闭技术是对严重污染沉积物采取的强化处理措施，也就是采用物理措施将污染沉积物完全与水体分隔，其中一般的分隔手段包括隔离膜、围堰、土石堤坝等。

原位钝化是通过改变沉积物的物理化学性质，核心是利用对污染物具有钝化

作用的人工或自然物质，使底泥中污染物惰性化，使之相对稳定于底泥中，大大减少底泥中污染物向水体的释放，达到有效截断内源污染的作用。

原位化学处理是指通过向底泥中加入化学药剂与底泥，通过吸附、沉淀等物理化学作用来稳定底泥中的营养盐、有机物和重金属，防止向上层覆水中释放，达到有效截断内源污染的作用。化学制剂根据其去除对象的不同分为营养盐固定化制剂、重金属固定化制剂、除藻剂等。

底泥原位生物修复可分为微生物修复与植物修复。微生物修复是研究最多、应用也最为广泛的一种生物修复方法，其利用微生物的代谢潜力降解有机污染物。主要是根据污染环境不同，向底泥中培育和接种特定微生物，并提供其适宜的繁殖条件，来调控水体中微生物群体的组成和数量，提高生物可利用性，优化群落结构，提高水体中有自净能力的微生物对污染物的去除效率，使底泥污染物就地降解，使河水最大程度恢复其原有的自净能力。

**限制因素：**原位覆盖技术需要考虑地下水渗流、覆盖层侵蚀，边坡崩塌与深层生物扰动等。

原位钝化技术中钝化剂需要考虑其安全性、不产生二次污染并有效钝化污染物，经济上可行且操作便捷。

原位生物修复技术面临着外源生物投加，生物生长受底泥环境、土著微生物的影响，有时难以达到预期效果的问题，而且对于污染严重的水域培养或繁殖微生物具有较大困难。

### 5.3 生态修复技术

本指南中生态修复技术主要从河湖生态治理和湖滨带生态修复两大方面进行阐述，其中河湖生态治理主要从微生物修复技术、湿地技术、生态浮岛技术、生态稳定塘技术、生态操纵技术、生态渗滤技术以及退耕还林还草。对于湖滨带修复主要从缓坡型和陡坡型湖滨带进行修复。

#### 5.3.1 微生物修复技术

**适用范围：**适用于处理大部分污染的水体，微生物修复富营养化水体、微生物修复重金属污染水体以及微生物修复有毒有机物污染水体等。

**技术要点：**微生物修复技术核心是对微生物的培育进而形成生物膜。生物膜实质是使细菌类微生物和原生动物、后生动物类的微型动物附着在滤料或某些载

体上，并在其上形成膜状生物污泥。生物膜法是土壤自净过程的人工强化，主要去除废水中溶解性的和胶体状的有机污染物，同时对废水中的氨氮还具有一定的硝化能力，在处理工业废水中有着广泛应用。

固定化微生物技术作为生物修复的重要技术之一，采用吸附、包埋等方法将特定功能的微生物富集于特定的载体材料上，利用微生物对污染水体中过量的营养物质的吸收降解，实现对水体的净化，防控近海藻华的暴发。

**限制因素：**生物膜法主要取决于生物膜的形成好坏，生物膜的形成会受到载体表面性质、微生物性质、环境因素（离子强度、温度、营养条件及水力停留时间）等相关。

固定化微生物技术的应用不受其他因素的限制。但是对于复杂的污水处理问题，微生物和微生物载体本身应具有很强的适应性，以保证水处理的效率。在处理中，应结合不同的水质使用不同的微生物和载体。

### 5.3.2 湿地技术

**适用范围：**湿地技术被广泛关注并应用于水体污染控制。对于不同的水体采用不同类型的湿地进行水质净化。其中处理污水处理厂尾水一般采用人工湿地技术；改善河流水质，一般建造依据自然地理，因地制宜地建造河口湿地；对于提升湖泊水质，主要根据水质要求在人工建设生态型（水源）湿地。

**技术要点：**人工湿地、河口湿地和生态型（水源）湿地形成是基于工艺流程、设计参数、工艺要求、基质选择、水生高等植物选择、集配水及出水、人工湿地植物等方面的净化系统，并对附属建（构）筑物、施工和验收、长效运行管理进行了规定。其中针对污水处理厂尾水处理的技术规范可以详见《污水处理厂尾水人工湿地深度净化技术指南》（T/CSES 30）；提升水质的生态型（水源）湿地技术规范可详见《水源生态湿地建设与长效运行管理技术指南》（T/CI004），其中水生植物种植要点见附表C.1，常用水生植物种植适宜密度及深度见附表C.2。

**限制因素：**湿地处理所需的面积较大，而山地城市可用地往往不足，应结合现实地形情况，通过梯级化改造的方式，构建湿地处理系统。同时，湿地的管理维护是保证湿地处理效率的重要环节，湿地内填料易出现堵塞情况，需要定期（视堵塞情况）对填料进行翻动和清理。此外，对于生态型（水源）湿地中大面积种植的植物进行定期收割处理，以防止植物腐烂降低湿地处理水的效果。

### 5.3.3 生态浮岛技术

**适用范围：**当水体水域较大，且浅水区域较少，缺乏建设湾塘湿地和水上森林的建设条件时，可采用生态浮岛技术。

**技术要点：**生态浮岛主要是通过植物的根系来达到净化水体的效果，浮岛植物的根系一方面可以吸收和吸附水中的含氮、磷物质；另一方面根系可以分泌部分酶类促进水中有机物的降解；并且，根系与微生物可形成相互协同效应，共同降解水中的营养盐类。除净化污染水质，防止水华外，人工浮床还为高等水生动植物及鸟类提供了良好的栖息地，有利于增加水体生物多样性，促进生态恢复。

生态浮岛的结构有矩形、圆形、弧形等，按水和植物是否接触可以分为湿式与干式两种类型，浮岛载体可选择 PVC 管、泡沫、竹子、木头等，浮岛上选用的植物主要有千屈菜、菖蒲、鸢尾、美人蕉、铜钱草等。在部分水体的治理中，也可采用无载体的浮岛形式，直接采用菱角、芡实、水白菜等漂浮生植被形成生态浮岛，浮岛外可用浮材圈围，避免浮叶植物的随意飘散。含载体生态浮岛的单体面积一般为 2~5 m<sup>2</sup>，浮岛通常覆盖水面面积需达到 20%~30% 方可产生一定的净化效果。

**限制因素：**生物浮岛上的植物需进行适时的收割和更新，在天气较冷的区域，部分植物需重新种植；由于人工浮岛受建设宽度影响，在植被生长茂盛后难以靠近或抵达制定浮床浮块开展维护工作，导致后期浮床内部植被生长旺盛，难以抵近维护，植被在内部生长、腐烂，易造成二次污染。在部分区域，浮岛往往建设在有来水污染的区域，用于控制来水污染。因此，浮岛中往往混有污水中的垃圾、纸屑、塑料袋等，若不及时清理，易发生积累，导致对观感的影响。

### 5.3.4 生态稳定塘技术

**适用范围：**适用于中低污染浓度的污水处理，尤其是山沟、水沟、低洼地或池塘，土地面积相对丰富的地区。

**技术要点：**生态稳定塘技术核心是太阳能（日光辐射提供能量）作为初始能量，通过稳定塘中多条食物链的物质迁移、转化和能量的逐级传递、转化，将进入塘中污水的有机污染物进行降解和转化。筛选适宜当地条件的高效生物组合、高效植物与水体微生物协同作用，优化生态稳定塘运行与管理，提升出水水质。

**限制因素：**生态稳定塘内生物浓度低、处理负荷小、受到环境影响其处理效

果、稳定塘中会出现一定淤泥堆积现象、塘中植物需要人工定期清理以防污染水体。

### 5.3.5 生物操纵技术

**适用范围：**适用于富营养化、藻类爆发的水体。

**技术要点：**生物操纵是利用调整生物群落结构的方法控制水质的一种技术，主要原理是调整鱼群结构，保护和发展大型牧食性浮游动物，从而控制藻类的过量生长。一般分为经典生物操纵和非经典生物操纵。经典生物操纵核心是对大型浮游动物对藻类的摄食及其种群的建立，目前主要有以下两种方法：一是放养凶猛鱼类来捕食浮游动物食性鱼类或者直接捕杀、毒杀浮游动物食性鱼类；二是为避免生物滞迟效应，在水体中人工培养或直接向水体中投放浮游动物。非经典操纵通过特殊摄食特性、消化机制且群落结构稳定的滤食性，进而减少藻类生物量，改善水质。

**限制因素：**湖泊生态系统中上行与下行效应是相互交错进行，无法保持种群的稳定，且对于经典操纵会面临浮游植物抵御机制进而处理效果较差，非经典操纵对于控制小型藻类效果不佳。

### 5.3.6 退耕还林（草）

**适用范围：**适用于造成地表水严重污染和地下水严重超采地区的耕地区域，对于 25 度以上不适宜耕种且有损生态的陡坡地还林。

**技术要点：**造林种草是“绿色革命”，其造林种草设计需要考虑自然规律和经历规律，设计适宜的树种（草种），此外还需考虑植物配置、整地规格与方式设计、幼林抚育设计、种苗组织设计等，有关其设计技术可详见《退耕还林还草作业设计技术规定》。

**限制因素：**退耕还林（草）具有强烈的区域性差异，需因地制宜。此外，存在主体利益冲突性，需要找到合理解决方法使得中央政府、地方政府和退耕农户三方面主体保持对退耕还林（草）的一致性。

### 5.3.7 生态渗滤技术

**适用范围：**渗滤技术主要包括生物促渗减流技术、大坡度路肩带渗滤技术以及地表径流控制组合生态滤池技术等。生物促渗减流技术和地表径流控制组合生态滤池技术适合以分散的、小规模的形式在湖库集水区内处理地表径流，可同景

观绿地结合，利用景观绿地管理地表径流。大坡度路肩带渗滤技术一般应用在湖库集水区内地表径流源区及其传输途径中，可局部代替传统的雨水口和排水管网。

**技术要点：**生物促渗减流技术主要作用为通过暂时的填注蓄水和向深层土壤入渗，地表径流中的污染物经沉淀与基质过滤、吸附而去除。其设计需要考虑占地面积、滞水空间、种植基质层、过滤层、储排层以及植被选择与配比等因素。其中，选择植物时应该遵循乡土种、根系发达、耐淹耐旱以及景观性等原则。

地表径流控制组合生态滤池技术是传统砂滤与人工湿地的结合，对地表径流水质的处理机理主要为沉淀、过滤和生物转化。当发生降雨时，截流的地表径流进入生态滤池沉淀室，随后径流潜流进入三级砂床，填满砂床的空隙，最后由垂直开孔集水管收集排放。设计需要考虑滞水层、种植基质层、滞留层、排水层以及植物配置等因素。

山地城市大坡度道路径流路肩带渗滤技术是由植草沟与渗透渠结合形成。梯级渗滤系统主要包括路肩带片流进水、植被过滤区、滞留渗滤区、梯级堰以及溢流排放设施。其中滞留渗滤区又包括滞水空间、植物层、种植基质层、过滤层、储排水层。其梯级渗滤系统面积、植被过滤区、滞水空间、种植基质层、植物种类及配比等可参考《重庆市湖库生态修复适宜技术选择指南》（渝环办〔2017〕672号）设计参数。

**限制因素：**生物促渗减流技术和地表径流控制组合生态滤池技术不适合在地下水位较浅或底部为岩层结构的地区使用。大坡度路肩带渗滤技术不适合在地下水位较浅的地区使用。

### 5.3.8 梯级前置库技术

**适用范围：**梯级前置库式适用于山地湖库岸际水深较深（ $\geq 4\text{ m}$ ），湖岸坡度较大（放坡比大于 1/1），有较多的雨水（雨污混排水）进入的区域。

**技术要点：**雨水口梯级调蓄通常由 3 部分组成，分别为调蓄系统、溢流系统和净化系统，利用调蓄池的两级顶板，在陡岸地区形成平坦的干区和浅水区域，均可用于营造湿地系统。雨季的溢流出水经过调蓄池低区顶板上的浅水区湿地处理净化后再进入湖体。容纳在雨水调蓄池中的初期雨水，在经调蓄池预沉降后，在旱季期，利用布设在调蓄池内部的提升泵，提升至高区顶板上的人工湿地，处理后跌水进入低区浅水湿地，经两级净化后最终进入湖体。实现了雨水口的径流

污染控制。需要考虑调蓄池容积、周边生态系统恢复和泵站选择等方面。

**限制因素：**前置库后期的管理维护较复杂，需要随着季节的交替对库内的水生植物进行收割和移栽，对调蓄池内开展清淤工作，对底部潜水泵进行维护。

生态修复技术比选一览表见附表 B.2。

### 5.3.9 缓坡型湖滨带生态修复

湿地按照其重要程度、生态功能等，分为重要湿地和一般湿地。建立湿地自然保护区是抢救性保护湿地最有效的措施。按照国务院“采取积极措施在适宜地区抓紧建立一批各种级别的湿地自然保护区，特别是对那些生态地位重要或受到严重破坏的自然湿地，更要果断地划定区域，实施严格有效的保护”要求，建立国家级、省级、市县级完善的自然保护区网络体系和管理机制，使湿地独特的生态系统和湿地野生动植物及其栖息地得到有效保护。

根据保护区建设现状，结合湿地公园建设、湿地生物多样性恢复与综合治理等工程，规划在已建的自然保护区中进行完善提升，建设内容为重点保护自然保护区内湿地资源，禁止核心区内任何采矿、采砂、滥挖、采伐等行为；实验区内以保护湿地资源不被破坏占用，控制和减少污染物排放为重点，开展小流域湿地环境综合整治，稳步实施生态植被修复。

目前，长江流域已建立水生生物、内陆湿地自然保护区 119 处，其中国家级自然保护区 19 处，国家级水产种质资源保护区 217 处。为推进长江流域水生生物自然保护区和水产种质资源保护区全面禁捕，新建一批水生生物自然保护区和水产种质资源保护区，提升一批原有保护区等级，建成覆盖上中下游的保护网络。加强长江流域水生生物多样性迁地保护建设，推动建立渔业资源保护与修复和水产种质资源库。开展水生生物关键洄游通道研究，建立洄游通道评估与建设技术体系。实施增殖放流、生态调度、灌江纳苗、江湖连通等修复措施，推进水生生物洄游通道修复工程、产卵场修复工程和水生生态系统修复工程。保护濒危珍稀动物，强化外来物种入侵防治，定期评估入侵状况，建立外来物种入侵防控预警体系。

### 5.3.10 陡坡型湖滨带生态修复

陡坡型湖滨带现状为山体直接入湖，地势较陡，湖滨带宽度较窄。生态功能定位为水土流失控制区的，植被仅修复陆生植被，为不完全演替系列修复模式。

具有大型底栖动物和鱼类重要栖息地功能且生态受损的，通过基底构建、生态岸坡构建、群落调整，恢复附生藻类生物多样性，构建底栖动物和鱼类栖息地。

湖滨带的物理基底修复主要包括以下几个方面，其一是控制沉积和侵蚀，保持湖滨带物理基底的相对稳定；其二是解决风浪、水流等不利水文条件对湖滨带生物的消极影响；其三是对由于人类活动改变的地形地貌进行修复与改造。物理基底修复主要包括物理基底稳定性设计和物理基底地形、地貌的改造。消浪技术是基底稳定性设计中的重要内容，可通过设置消浪潜坝或消浪丁坝的方式进行消浪。在消浪的同时，根据湖滨带地貌、周边设施、岸坡形态、风浪条件等，确定湖滨护岸结构型式。

湖滨护岸结构型式应遵循因地制宜、技术可靠、经济合理的原则，分类型研究确定。一般情况下，湖滨带自然形态无需刻意突出人工护岸（护坡）结构的实施，宜在满足其稳定状态下保留其自然特征。

此外，对于陡坡型的湖滨带生态修复还需要从湖滨带群落调整方面考虑。恢复初期，首先选择合适的修复模式，筛选较大的生态耐受范围及较宽生态位的先锋植物种类，以适应初期的生境环境，补充缺失植物带，初步构建水生植物序列；恢复中期，湖滨带物种多样性不高，植物配置以填补空白生态位为主，对群落结构进行优化，使原有群落逐渐稳定；水质复后期，应充分考虑湖滨动—植物整体生态系统的健康性、稳定性，全面恢复水鸟、鱼类、底栖动物、水生植物等高级生态系统，保育和维护湖滨带生物多样性。

对于优势种的选择首先应该考虑到水生植物生物学特征、耐污性、对 N、P 去除能力以及生态系统演替规律，需要遵循四点基本原则。其一为满足功能需求原则，其二为本地种优先原则，其三是适应当地环境原则，其四是最小风险和最大收益原则。

对于植物群落配置，水生植物群落的配置常以植被的历史演变特征或相近健康湖滨带的群落结构为参考，配置多种、多层、高效、稳定的植物群落，主要措施包括确定合适的物种数、进行合理的空间配置和节律匹配等。一般情况下，由沿岸向湖心方向依次配置乔灌木、挺水植物、浮叶植物和沉水植物所组成的植物系列。节律配比可保证植物群落生态环境功能具有较强的周年连续性。对于动植物群落优化配置是需要通过一定的措施或生镜干扰，调整各种种群组成比例和数

量、种群的平面布局，以优化种群稳定性。主要的措施包括生境控制、物种筛选、人工捕捞收割等。通过栖息地生境营造、食物补充、人工招引和野化放归等措施，实现湖滨动物群落优化配置。

## 5.4 河道形态恢复技术

### 5.4.1 河岸缓冲带保护与恢复

**适用范围：**适用于遭受破坏或生态脆弱的河岸缓冲带。

**技术要点：**河岸缓冲带保护与恢复主要是对缓冲带强化、生态护岸改造以及近岸植物带修复等方面考虑。缓冲带的强化包括生态拦截沟渠建设、绿篱隔离带、下凹式绿地、生物滞留带等措施或梯级组合工艺。

生态护岸应满足岸坡稳定、行洪正常、材料自然、河水与土壤相互渗透、造价经济等要求。生态护岸设计应具有自然性与生态性，选用安全性和稳定性高的护岸型式。城镇河流、渠道设计流速小于 3 m/s，岸坡高度小于 3 m 的岸坡，宜采用生态型护岸型式或天然材料护岸型式。

植物带修复其遵从生态优先、植物多样性、因地制宜、适地适植、乡土植物为主、生态安全的原则。植物种类需选择耐淹能力强，能忍耐夏季伏旱；根系发达，固土能力强的多年生植物；能耐贫瘠，易成活，具有较强的萌芽更新能力；此外优先选择实生苗。植物的配置方式在消落带的下部一般以多年生草本植物为建群种，构建低矮草本植物群落；对于消落带的上部一般以乔木为建群种，构建乔木、灌木、草本植物多层次复合群落。植物带不仅仅需要培育更需要后期维护。

**限制因素：**缓冲带维护管理初期投入成本较大。

### 5.4.2 河流基底恢复

**适用范围：**适用于基底遭受破坏或是周围有鱼塘、农业等大量污水排入水域。

**技术要点：**河流的基底是河流生态系统发育与存在的载体，一般包括底质、地形、地貌等。对于河流基底的恢复从生态角度考虑主要是基底生物多样性、生态疏浚和底泥资源化这三个方面。基底改善其核心是增加生物多样性。可以通过多种改性材料制备成环保型复合基底改良剂和沉水植物的种植载体，可增加底质的空隙，加速湖底有机质或腐殖物的转化，促进植物根系定植和生长，且具有强吸附性能，在原位修复底泥的同时为沉水植物生长初期提供营养源。基底改良材料表面形成的生物膜和沉水植物根际微生物可降解矿化有机物，改善底质生存环

境，使其适合沉水植物生长，同时对底泥有机物等污染物进行原位吸附，加快健康生态系统的恢复和构建。生态疏浚见 5.2.1 小节。底泥可通过一定技术转化为土地、建筑材料、填筑材料以及污水处理材料等。

**限制因素：**基底改良材料挂膜作用受到环境影响因素较大，生态疏浚的成本相对较高。

## 5.5 河道连通性恢复

河流水系是在空间和时间上的一个四维自然生态系统，其连通性机制表现为纵向、横向和垂向连通性。河流水系纵向连通性是指生物、物质、能量在河流纵向上运移的通畅程度，从源头到河口，河流水文-水利学过程为营养物质交换、运移、转化、积累和释放等提供条件，保证了物质流与能量流在河流纵向上的畅通性。河流水系横向连通性是指主河槽与滩地、河岸带之间的相互连通，其涵盖了河流植物演替、生物迁移、泥沙运移、地形地貌变化、溶质养分运移等多方面。河流水系垂向连通性是其沿着水深方向，河流地表水和地下水相互影响，相互转化，地下土壤的有机质又与河床表面的营养物质相互作用，相互转化。

### 5.5.1 河道纵向连通性

河道纵向形态修复主要是拆除阻碍河流的拦水建筑物，使河流保持自然蜿蜒的河道形态。常采用的措施包括构建河道的蜿蜒形态、恢复河道的连续性、增加水体流动的多样性等。蜿蜒性是自然河流的重要特征，河流的蜿蜒性形成了丰富的河滨植被、河流植物，成为鸟类、两栖动物的栖息地。保持河流的蜿蜒性是保护河流形态多样性的重点。因此在进行生态河道设计时，必须尊重河道的天然形态，避免直线和折线型。

### 5.5.2 河道横向连通性

河道横向断面修复是指采取人工设计与河流横截面特征相结合的方式，对河床横断面进行修复。常采用的方法有：复合形断面形态生态修复；横向断面河床深潭与浅滩生态修复；拆除河床先前的硬质材料，恢复河床自然泥沙状态等。复合形断面是比较理想的河道横断面形式，在正常水位和枯水条件时，河流由中心河槽向下游流去，两侧平台为水生植物与动物提供生存空间；洪水位时河流由全河槽向下游流去，两侧平台淹没，河道行洪断面增大，有效地排泄洪水。河道横向断面河床深潭与浅滩生态修复是维系河流生物多样性的重要措施。

### 5.5.3 河道垂向连通性

由于人类活动的影响，对天然河流采用砼、浆砌石等不透水材料衬砌的负面作用，将割断地表水与地下水的通道，导致河流动态变化的停止，致使生态功能衰减。一般会通过生态型护坡或生态型护岸等措施进行河道垂向连通性的恢复。对于恢复中小型河流-滩区系统连通性，其主要进行的评估见表 5-2。

表 5-2 恢复中小型河流-滩区系统连通性评估

要素	单元/科目	编号	评估项目	特征		
				历史自然状态	开发改造后果	生态修复措施
地貌形态	河道	1	河流平面形态	蜿蜒、辫状、网状	裁弯取直	恢复蜿蜒性
		2	横向连通性	洪水侧向满溢	缩窄堤防间距、倾倒渣土	扩大堤距清理河道
		3	纵向连通性	纵向水力连续	闸、坝、堰数量/密度	控制闸坝数量
		4	垂向渗透性	河床底质砂砾石、粗细砂等	混凝土、浆砌石	生态型护坡
		5	河势稳定性	河势自然摆动	治河工程，稳定河势	控导工程
		6	岸坡防护	天然材料	混凝土、浆砌石	生态型护坡结构
	滩区	7	宽度、面积维持	自然状态滩区	农田、道路、房产开发、旅游休闲设施侵占滩区	清楚建筑设施和农田，恢复自然宽度
		8	景观多样性	洲滩、湿地、沼泽、水塘	渠道化、人工园林化景观	恢复自然景观
		9	自然保护区	重要自然保护区和湿地	重要自然保护区和湿地达标率	落实保护区规划
		10	采砂生产	自然河势、深潭-浅滩序列	影响河势河栖息地质量	严格控制、取缔采砂生产
水文	径流	11	年内径流状况	自然径流过程	因过度取水和径流调节引起断流和间歇式径流	尽量维持自然水流过程
	生态需水	12	生态基流/敏感区需水	自然水流过程	生态鸡柳和敏感期生态需水满足程度	保证生态基流
	洪水脉冲	13	洪水脉冲过程及功能	洪水淹没滩区水文过程及生物过程	因引水和径流调节，降低年水文过程变幅降低	通过调控维持一定程度的脉冲过程
水环	水功能区	14	水功能区达标率	历史状况	修复前状况	达标排放污染总量控制

境	面源污染	15	水产养殖业管理	历史状况	修复前状况	退渔还湖、养殖业管理
	农村环境	16	农村污水厕所垃圾管理达标率	历史状况	农村污水、厕所、垃圾管理缺位	改厕、垃圾处理设施
生物	滩区植被	17	生物群落多样性维持	生物群落多样性维持	滩区植被退化	以土著物种为主的自然恢复
	生物群落	18	物种多样性维持	物种数量、栖息地减少	物种数量、栖息地减少	落实保护规划

为更好凸显各类水质保障技术对水质提升，对山地城镇中典型案例进行汇总，见附表 D.1。

## 6 水质运维技术

为规范重庆次级河流和湖库水质运维运行管理，保障水环境监测和治理设备信息准确可靠，参考生态环境部关于印发《水污染防治行动计划实施情况考核规定（试行）》（环水体〔2016〕179号）制定本小节。

### 6.1 管理职责

#### 6.1.1 运行机制职责分工

**管理团队职责：**负责组织建设次级河流和湖库水质监测治理系统，对水环境监测数据进行管理；负责组织制定并实施次级河流和湖库水质监测治理系统的建设、验收、运行及质量管理等相关的规章、制度、标准和规范；负责次级河流和湖库水质监测治理的综合管理，对硬件质控体系运行情况进行检查；负责提次级河流和湖库水质监测治理硬件点位调整优化方案及技术审核；负责制定次级河流和湖库水质监测治理运维相关记录表格；负责运维机构的绩效考核。

**当地运维主要职责：**负责站房用地、站房站点建设或租赁、安全保障、电力供应、网络通讯、供暖和出入站房等日常运行所必需的基础条件保障工作，及时报送次级河流和湖库水质监测治理系统硬件点位的供电、通信和周边环境等的异常情况，协调解决电力供应和网络通讯问题；建立本区域预防人为干扰干预监测过程的工作机制。

**运维机构主要职责：**负责次级河流和湖库水质监测治理的日常运行维护，对监测系统正常、稳定和安全运行负责；配备满足次级河流和湖库水质监测治理系

统运行维护的技术人员、仪器设备和备机、备品配件库、办公环境、交通工具；执行次级河流和湖库水质监测治理系统自动监测标准规范、质量体系文件、质量控制计划及合同中相关要求；建立运行保障制度，制定并实施运维应急预案和内部质量控制与质量保证制度；制定并实施运维年度工作计划，包括运维内容、运维人员和质量控制要求；负责环境空气自动监测数据采集、传输和在线审核工作，对数据质量负责；建立数据异常快速响应机制，发现数据中断、异常等情况时，及时查找分析原因，排除异常情况，采取措施预防再次发生；负责对监测设备、采样系统、等日常巡视，发现并确认异常情况和原因，并及时报送生态环境局；承担次级河流和湖库水质监测治理系统站房租金、电费、网络通讯费等费用支出；配合次级河流和湖库水质监测治理系统硬件点位调整工作；接受上级单位和环保部门的质量检查。

### 6.1.2 点位和数据管理

**点位管理：**管理团队负责次级河流和湖库水质监测治理系统硬件点位增加、变更、撤销等管理工作。点位投入使用后，不得擅自增加、变更、撤销。点位确需调整时，由属地运维团队提出申请，报有关单位批准。

**数据质量管理：**运维机构应保证数据采集硬件和软件、站点网络设备正常运行，在出现非网络因素的传输故障时，应在 24 小时内恢复数据传输；运维机构在进行仪器运行维护、日常质控、维修及更换工作时，应提前预判对数据有效性可能产生的影响；因停电、自然灾害等因素导致监测中断时，应在运维记录中记录，并附有关证明材料；运维机构应确保数据采集与传输过程中，无远程软件干预干扰；国标法子站的数据采集频率、异常值取舍与有效值确定应严格按照《地表水环境质量标准》（GB3838）相关要求执行，任何机构和个人不得擅自修改、删除原始数据。

**数据审核：**运维机构对次级河流和湖库水质监测治理系统监测数据进行审核，并将审核数据按时提交有关环保单位。如对监测数据存在质疑，由运维机构进行核实及答复。如答复后仍存有质疑，由有关环保单位组织核实及答复。

### 6.1.3 运行维护

加强人员培训，接受相关部门组织的技术能力培训；定期进行仪器设备维护保养，建立故障报修制度，设立备品备件库及备机库；国标法子站应按照国家环

境空气自动监测技术规范和仪器说明书要求定期更换备品备件；定期检查站房消防、防雷、供电、网络通信、视频监控、空调、除湿机等设施，保证其正常运行；每日查看监测数据并形成记录，对站点运行情况进行远程诊断和运行管理，判断监测系统数据采集与传输情况。每月对数据进行备份；及时发现监测数据异常情况，并在 24 小时内向生态环境局提交监测数据异常报告；满足生态环境局对国标法监测子站故障响应时间要求。每日 6 时至 23 时出现故障时，应在发现故障 2 小时之内响应，4 小时内到达现场排除故障。通信和电力线路故障除外，但应及时与相关部门联系解决；建立运行维护档案，详细记录次级河流和湖库水质监测治理系统运行过程和运行事件。

#### 6.1.4 运行考核

**绩效考核：**项目管理团队制定运维机构绩效考核办法，每季度组织对运维机构有关管理规定的执行情况、自动监测系统的运行情况、运维工作完成情况、质量管理实施情况、数据获取率与质控合格率、运维记录填报情况进行绩效考核。

**运维质量：**因运维不当导致仪器报废的，运维机构应依照运维合同的约定承担相应责任。运维机构有下列情形之一的，扣除当季绩效考核成绩和运行经费，并给予警告。对警告三次仍不改正的运维机构，有权终止运维。

- (1) 监测数据传输中断，但未及时向有关单位报告并说明原因的；
- (2) 拒绝或迟报审核数据的；
- (3) 拖延、阻碍、拒绝质量检查或飞行检查的；
- (4) 发现采样、分析、数据采集和传输等过程人为干扰，未按要求及时向有关为报告；
- (5) 未按要求开展运行维护，导致国标法子站非正常运行的；
- (6) 其他不履行规定职责的情形。

**数据保密：**运维机构对监测数据负有保密责任，未经有关单位同意，不得将监测站数据提供给任何第三方，不得利用监测站数据、档案或有关资料对外开展技术交流、科学研究、业务联系、数据交换等。

## 6.2 硬件设施运维制度

### 6.2.1 运维工作一般要求

保持站房内部环境清洁，布置整齐，各仪器设备干净整洁，设备标识清楚；

检查供电、网络通讯的情况，保证系统的正常运行；保证空调正常工作，仪器运行温度保持在 25℃左右，站房内温度日波动范围小于 3℃，相对湿度保持在 80%RH 以下；指派专人维护，设备固定牢固，门窗关闭良好，人走关门，非工作人员未经许可不得入内；定期检查消防和安全设施；每次维护后做好系统运行维护记录；进行维护时，应规范操作，注意安全，防止意外发生。

### 6.2.2 国际法子站运维工作要求

**每日工作：**每天上午和下午两次远程查看站点数据并形成记录，分析监测数据，对站点运行情况进行远程诊断和运行管理。

**每周工作：**每周至少巡视站点 1 次，并做好巡查记录，巡检时完成的工作包括：监测站及设备内外环境和监测治理系统情况两个部分。

**每月工作：**清洗监测及治理设备的传感器及系统是否正常工作；清洗各仪器传感器及治理设备，防止泥土阻塞过喷口；检查各类仪器监测数值，是否超过国家相关规范要求，及时进行校准；每月检查校准各仪器时钟。设备与数据采集仪连接的需要同时检查数据采集仪的时钟；对仪器显示数据和数据采集仪之间的一致性进行检查；每月对数据进行备份。

**每两个月工作：**更换设备耗材，进行系统自检；校准和检查探头及系统数据存储时间的准确性。

**每季度工作：**治理设备每季度至少深度清洗一次；每季度对水体污染物进行精密度校准。

**每半年工作：**检查通信装置是否正常工作；对水质污染物监测仪进行多点校准，绘制多指标校准曲线，检验相关系数、斜率和截距；对治理设备进行单点检查，必要时更换设备。

**每年工作要求：**对所有仪器进行预防性维护，按说明书的要求更换备件，更换所有泵组件和耗材。

## 7 管控措施

### 7.1 管理主体

次级河流和湖库水质保障和运维技术的对象（河、湖）等应有明确的管理主体，以便针对性的开展维护管理工作。管理主体包括：政府主管部门、企业管理

部门及个人。在后期的管理维护中，各管理主体可自行管理或委托第三方开展管理，政府主管部门应负责监督和水质考核。

## 7.2 管理原则

### (1) 明确管理对象，编制标准化管理手册

明确作为管理对象的河湖，并针对其设施布局和环境特点编制管理手册，做到一河一策，一湖一策，有针对性的同时也做到管理的标准化。

### (2) 明确管理重点，合理管理频率

根据不同水体的环境特征及所处时期，明确需要管理的重点区域，并对管理频率进行重点约束，结合实际情况，约束合理的频率，避免频率过高造成资源浪费，频率过低造成无法真实反映问题。

### (3) 明确管理人员，开展技能培训

将设施、构筑物管理落实到具体的责任人，根据设施、构筑物管理的难易程度，对管理人员开展技能培训，保证其对设施、构筑物有充分的认识，了解其基本原理，并能应对设施运行中的多种问题。

## 7.3 管理措施

### 7.3.1 水域管理

**定期打捞水面漂浮物：**现漂浮物或枯死浮水植物及时打捞，保证水面干净整洁无漂浮物；湖湾区易出现漂浮油渍，运行维护人员应保持水库水面无油污，建议对湖湾区油渍的清洁频率不低于 1 次/周。

**鱼类投放与捕捞：**投放滤食性鱼类，即花白鲢。在治理前期投放花白鲢总量为每亩 200 尾，比例为 2：8，鱼苗的规格应在 0.25 至 0.5 公斤，中后期花白鲢比例可逐年上升，直至比例反为 8：2。

**放养蚌螺类动物：**通过其摄食的过滤作用，达到控制浮游植物的目的。螺类建议投放品种为铜锈环棱螺，规格为直径 2-3 cm，每年按照 10-20 kg/10000 m<sup>2</sup> 水面面积投放；蚌类建议投放品种为褶纹冠蚌，规格为直径 5-8 cm，每年按照 15-20 kg/10000m<sup>2</sup> 水面面积投放。蚌螺投放区域应为湖湾浅水区，以保证其存活率。

**菌种投加：**通过菌种/生物制剂的不断投加，保证湖泊的水体保持较高的透明度。建议投加频率为每 15-20 天使用 1 次，全库均匀泼洒，具体播撒量视菌剂

类型和浓度而定。

**应急处理：**封闭湖泊易在温度、光照合适的情况下，出现蓝藻聚集生长的情况，应积极开展控制。通过向湖面投加石灰的方式，改变湖泊表层 pH，并降低表层水体 TP 浓度，营造不易于藻类生存的环境。石灰的投加量推荐为 30-50 kg/10000 m<sup>2</sup> 水面面积，投加频率视现场情况而定。

### 7.3.2 生态设施管理

**生态湿地：**至少每周巡查 1 次；暴雨，洪水等自然灾害前后及某些人为损坏情况后应进行特别检查；保证湿地内无其它杂草滋生，无枯枝落叶，腐烂等污染情况；暴风雨后，湿地床上植物发生歪倒，要及时扶培，排除积水；每年上半年的 3~5 月份和下半年的 9~11 月份定期对植物进行收割；每 2 个月对湿地基质进行检查，避免堵塞；植物更换可根据具体功能性调控进行置换；人工湿地检修为 3 次/年（分别在雨季之前、期中、之后）。特别注意，重庆地区福寿螺对湿地植物的影响较大，福寿螺啃食湿地植被的茎叶，导致部分植被的枯萎。可考虑适量投放青鱼控制福寿螺数量，投放密度为 40-50 尾/10000 m<sup>2</sup> 水面。

**生态浮岛：**应每月巡查生态浮岛的种植基质情况，若发现损毁及时更换。

**水生植物：**主要包括功能性维护、生长维护、杂物清理、有害生物控制、水质调节、水位控制等。详见表 7-1。

表 7-1 水生植被养护表

序号	项目	水生植物
1	功能性维护	种植密度合理；植株规格整齐；无死株，群体景观效果好，季相变化明显。
2	生长维护	生长茂盛；覆盖率大于 95%；无空秃。
3	杂物清理	无杂草；无漂浮的藻类；无垃圾。
4	有害生物控制	基本无有害生物危害状；受害率控制在 5% 以下。
5	水质调节	保证水体透明度良好；水体透明度不低于 3 m，水深不足 2 m 处清澈见底，保证沉水植物生长水深与透明度比例小于 2:1。
6	水位控制	保证水位必须超过沉水植物植株的高度，使茎叶自然生长。
7	其他	每两年对拦网和拦网桩进行更换；禁止投放草食性鱼类、螺类；禁止潜水作业。

### 7.3.3 水质监管与湖河档案建设

**完善技术档案机制：**维修养护档案应按照维修养护要求，分类建立维修养护

科目，定期整理归档，建立年度维修养护的生产统计、设施完好状况档案；所有运行管理都必须按规定做好记录，并按技术管理要求建立档案。河湖技术档案应实施信息化管理。

**组织协调机制：**监督部门应充分发挥在水库维护和管理工作中统一指挥、组织调度、督促检查的职能作用，加强对河湖日常维护管理工作的统筹、协调和调度。相关部门要在主管部门统筹协调下，认真履行维护管理工作职能，加强沟通协作，相互配合，有效衔接，努力形成整体合力。

**监督检查考核机制：**监督部门要制定维护管理工作评价考核办法，充分利用城镇管理监督信息化平台，及时发现问题，监督指挥解决问题。

**重大、突发问题处理机制：**主管部门负责组织应急指挥中心、相关职能部门、作业实施单位及街道办事处参加，成立重大、突发水环境问题处理领导小组；建立应急处置工作制度、制定应急预案，负责全水库重大、突发问题的统筹协调和工作。

**河湖环境管理维护情况通报机制：**主管部门指挥中心要充分利用城镇监督管理信息资源，对河湖日常管理中发生的问题及时查明责任、分析原因、督促解决。

## 附录 A

### (规范性附录)

#### 河流等级划分及重庆市河流河道分布

##### A 1 河道等级划分办法（水利部水管[1994]106号）

依据水利部水管[1994]106号，河道的等级划分，主要依据河道的自然规模及其对社会、经济发展影响的重要程度等因素确定。具体分级见附表 A.1。

附表 A.1 河道分级指标表

级别	流域面积 (万 km <sup>2</sup> )	影响范围				可能开发的水利 资源 (万 kW)
		耕地 (万亩)	人口(万人)	城市	交通及工矿企业	
一	>5	>500	>500	特大	特别重要	>500
二	1~5	100~500	100~500	大	重要	100~500
三	0.1~1	30~100	30~100	中等	中等	10~100
四	0.01~0.1	<30	<30	小	一般	<10
五	<0.01					

##### A 2 重庆市河流河道分布

根据《重庆市河道管理条例》，第二批公布范围为干流流经重庆市境内流域面积 50-1000 km<sup>2</sup> 的 468 条河流，跨省河流 80 条（涉及四川省 27 条、贵州省 25 条、湖北省 23 条、湖南省 4 条、陕西省 1 条）；重庆市境内跨区县河流 104 条、不跨区县河流 364 条。河流总长 13375 km，其中干流流经重庆市境内河段总长 12012 km。流域面积 1000-500 km<sup>2</sup> 河流 32 条，流域面积 500-200 km<sup>2</sup> 河流 75 条，流域面积 200-100 km<sup>2</sup> 河流 126 条，流域面积 100-50 km<sup>2</sup> 河流 235 条。重庆市河流水系分布图见附图 A.1。

附图 A.1 重庆市河流水系分布图



## 附录 B

### (资料性附录)

附表 B.1 外源控制技术比选一览表

编号	技术	适用条件	技术特点				处置方式		经济性	
			主要去除目标污染物	去除效果	动力要求	生态要求	分散	相对集中	户建成成本	运行费用/元
1	化粪池	各类地形条件	有机物及 TSS	有机物：一般 TSS：一般	无动力	无特殊要求	★		1700~2100 元	基本无
2	稳定塘技术	有自然池塘、有闲置沟渠的村庄	有机物、TSS、病原体、TP、TN	有机物：一般 TSS：一般 病原体：好 氮磷：有效果	无动力	无特殊要求		★	2000~2500 元/t	基本无
3	人工湿地技术	各类地形条件	有机物、TSS、病原体、TP、TN	有机物：一般 TSS：好 病原体：好 氮磷：有效果	微动力或无动力	占地面积较大，有景观需求		★	1000~3000 元/t	提升泵站耗费，基本无设备运行费
4	生物接触氧化技术	各类地形条件，占地面积相对较小	有机物、TSS、病原体、TP、TN	有机物：好 TSS：好 病原体：好 氮磷：有效果	有动力	无特殊要求		★	5000~10000 元/t	维护费用低，运行费用<0.5 元/t

续表

编号	技术	适用条件	技术特点				处置方式		经济性	
			主要去除目标污染物	去除效果	动力要求	生态要求	分散	相对集中	户建成成本	运行费用/元
5	A/O(A <sup>2</sup> /O)	相对平坦地区, 占地面积较大	有机物、TSS、病原体、TP、TN	有机物: 好 TSS: 好 病原体: 好 氮磷: 有效果	微动力或无动力	无特殊要求		★	/	运行费用<0.5元/t
6	SBR 技术	多种地形条件, 占地较小	有机物、TSS、病原体、TP、TN	有机物: 好 TSS: 好 病原体: 好 氮磷: 有效果	好氧区需提供动力曝气	无特殊要求	★	★	4000~5000 元/t	维护费用低, 运行费用<0.5 元/t
7	MBR 技术	处理效率高, 占地较小	有机物、TSS、病原体、TP、TN	有机物: 很好 TSS: 很好 病原体: 很好 氮磷: 有效果	好氧区需提供动力曝气	无特殊要求		★	3000~8000 元/t	水泵提升及氧化区曝气电费 0.1~0.3 元/t, 且需要更换较为昂贵的膜
8	前置库技术	平原河网及丘陵、山区水库水域	有机物、TSS、病原体、TP、TN	有机物: 很好 TSS: 很好 病原体: 很好 氮磷: 有效果	微动力或无动力	占地面积较大, 有景观需求		★	/	维护费用低, 运行费用<0.5 元/t

附表 B.2 生态修复技术比选一览表

编号	技术	具体类型	特征/功能	适用条件	功能				机制
					增加溶解氧	净化水体	提高自净能力	增加生态性	
1	微生物技术	生物膜法	微生物修复技术核心是对微生物的培育进而形成生物膜	微生物修复富营养化水体、微生物修复重金属污染水体以及微生物修复有毒有机物污染水体	弱	较强	较强	一般	微生物降解和植物吸收
		固化微生物技术			弱	较强	较强	较强	
2	湿地技术	人工湿地	仿自然生态系统, 利用生态系统强大自净, 净化以及提升水质	处理污水处理厂尾水	较强	强	弱	强	沉淀、过滤、吸附、微生物降解和植物吸收
		河口湿地		改善河流水质	较强	强	弱	强	
		生态型(水源)湿地		提升水源地水质	较强	强	弱	强	
3	生态浮岛技术		通过植物的根系来达到净化水体	水体水域较大, 且浅水区域较少	较强	较强	弱	较强	根际吸收与吸附并分泌酶, 根系与微生物相互协同
4	生态稳定塘技术		通过稳定塘中多条食物链的物质迁移、转化和能量的逐级传递、转化	中低污染浓度的污水处理, 尤其是山沟、水沟、低洼地或池塘, 土地面积相对丰富的地区	一般	较强	较强	强	稳定塘中生物网中营养级之间以及衍生的作用
5	生物操纵技术	经典生物操纵	调节水生生物群落结构进而抑制藻类爆发	富营养化、藻类爆发的水体	弱	较强	较强	一般	鱼类或其他水生生物对藻类的滤食不同
		非经典生物操纵			弱	较强	较强	一般	

续表

编号	技术	具体类型	特征/功能	适用条件	功能				机制
					增加溶解氧	净化水体	提高自净能力	增加生态性	
6	退耕还林(草)		国家政策	水土流失严重区域	/	/	/	/	增加植被, 防风固沙, 涵养水源
7	生态 渗滤 技术	生物促渗减流技术	通过暂时的填注蓄水和向深层土壤入渗	适合以分散的、小规模的形式在湖库集水区	弱	较强	一般	一般	基质过滤、吸附
		地表径流控制组合生态滤池技术	传统砂滤与人工湿地		较强	较强	较强	强	沉淀、过滤和生物转化
		大坡度路肩带渗滤技术	植草沟与渗透沟渠	山地坡度较大的集水区域	弱	一般	较强	强	沉淀、过滤和生物转化
8	梯级前置库技术		调蓄系统、溢流系统和净化系统组成	山地湖库岸际水深较深( $\geq 4$ m), 湖岸坡度较大(放坡比大于 1/1), 有较多的雨水(雨污混排水)进入的区域	强	较强	一般	强	沉淀、过滤、吸附、微生物降解和植物吸收

## 附录 C

### (资料性附录)

**附表 C.1 水生植物种植要点表**

类型	技术要点	适用条件	限制要素
挺水植物	采用扦插、籽播方式种植、种植密度在 10-30 株/m <sup>2</sup>	水位变动带或浅水处，多种植植物体身 0-0.4 m 为宜	易蔓延品种宜采取定植措施加以控制
浮叶植物	采用扦插、穴埋氏方式种植、种植密度在 2-10 株/m <sup>2</sup>	在水深 0.5-1.5 m 静水或低速流域	易蔓延品种宜采取定植措施加以控制
漂浮植物	采用移植方式种植，种植密度根据不同类型控制在 10-30 株/m <sup>2</sup>	不受水深条件制约，尽在污染较为严重，具备种植条件的静水水域适当种植	管护不当易造成水面泛滥
沉水植物	采用扦插、籽播方式种植、种植密度在 10-30 从/m <sup>2</sup>	在水深大于 0.5 m，水深不超过 2.5 m 的静水或缓流水域	水体透明度较低、流速较快、水深较浅、重度缺氧情况下不配置

**附表 C.2 常用水生植物种植适宜密度及深度表**

植物类型	植物名称	适宜水深范围/cm	初始种植密度/m <sup>2</sup>
挺水或湿生	美人蕉	0-20	10-15 株
	鸢尾	0-35	20-30 芽
	菖蒲	0-35	35-50 芽
	香蒲	0-35	10-15 株
	千屈菜	0-35	10-15 株
	风车草	0-30	40-50 株
	水芋、野芋	0-20	10-15 株
	芦苇、花叶芦苇	0-40	20-30 株
	芦竹、花叶芦竹	0-30	20-30 株
挺水	荷花	10-100	1-2 支
	茭白	0-35	10-15 株
	再力花	0-50	30-40 株
	梭鱼草	0-30	15-20 芽
	纸莎草	0-30	40-50 芽
	水葱	0-40	40-50 芽
	慈姑	0-30	10-15 株
湿生	海芋	0-10	2-3 株
	欧洲芦苇	0-100	30-50 单株
	三白草	0-20	10-20 株

续表

植物类型	植物名称	适宜水深范围/cm	初始种植密度/m <sup>2</sup>
浮叶	睡莲	20-100	3-4 头
	萍蓬草	20-100	3-4 头
	荇菜	20-100	15-25 芽
	莼菜	20-100	15-25 芽
	水鳖	5-无限	10-20 单株
	菱角	5-无限	8-10 株
	粉绿狐尾藻	5-无限	15-20 株
	空心菜	5-无限	15-20 株
沉水	金鱼藻	30-200	30-40 芽
	苦草	30-150	15-25 株
	眼子菜	30-200	30-40 芽
	黑藻	30-200	30-40 芽
	伊乐藻	30-150	30-40 芽
	狐尾藻	30-200	30-40 芽

## 附录 D

### (资料性附录)

附表 D.1 典型案例汇总表

编号	案例名称	对象湖泊特点	应用技术		建设/运行成本	建设(成) 时间
1	重庆市涪陵区李渡街道高梯子水库营养元素原位生态修复项目	山地型水库,集水面积内会受到水产养殖、农业种植以及生活污水污染	面源污染控制类	原位生态沟渠污染物拦截净化技术	建设面积约 9 亩	2021 年
				山丘地形低能耗控源技术		
			生态修复类	质原位/异位修复技术	建设成本 10.32 万元/亩	
2	重庆璧南河流域打靶河生态修复项目	山地河流、湖库,集水面积区域受水产养殖、农业污染等	内源污染控制类	清表	建设面积 117 亩	/
			生态修复类	水下森林技术		
				土著微生物活化净水技术		
				生态缓冲带		
河道生态修复技术						
3	重庆园博园龙景湖水环境综合治理工程	河道型水库,上游汇入区面源污染严重;水库水位较深,换水周期长,主要水源补给为降雨径流	面源污染控制类	山地城市特细砂源区面源污染控制技术	建设面积 15055m <sup>2</sup>	2011 年
				复杂地质条件下源区促渗技术		
				大坡度道路径流路肩带渗滤技术	建设成本 220-300 元/m <sup>2</sup>	
				道侧绿地滞控技术		
				组合模块式大坡度径流控制滤池系统	运行成本 6 万/年	
				微型水景滞存技术		
			径流入湖强化侧向流生物滤池净化技术			
			水体自净能力类	人工强化静滞水体循环流动技术	服务水域面积 400 m <sup>2</sup>	
生态修复类	生态浮岛及生态水草技术	浮床建设成本 200-300 元/m <sup>2</sup> 生态草单根价格 160-180 元				

续表

编号	案例名称	对象湖泊特点	应用技术		建设/运行成本	建设(成)时间
4	重庆互联网产业园山林沟大塘治理工程	周边楼盘开发严重,道路雨水径流污染是主要污染源	面源污染控制类	梯级雨水前置库强化收集处理技术	容积 600 m <sup>3</sup> , 建设成本为 40-60 万元, 折合单价为 670-1000 元/m <sup>3</sup>	2012 年
				生物促渗减流、组合模块式生态滤池	技术结合景观绿化, 建设成本约为 120-170 元/m <sup>2</sup>	
5	重庆北部新区八一水库生态修复工程	着重控制水库来水水质, 保障进入水库水质稳定的优于IV类	面源污染控制类	来水梯级湿地处理技术	建设面积 2400 m <sup>2</sup> , 建设成本 240-450 元, 视坡度及被种类有所浮动	2015 年
			水体自净能力类	人工强化静滞水体循环流动技术、	设备成本 6-10 万, 运行成本主要运行电费	
6	重庆渝北区双龙湖生态修复工程	周边开发严重, 污染入湖严重, 湖泊生态系统脆弱, 易发藻华	水体自净能力恢复与生态修复类	生态护岸改造技术	/	2003 年
				生态浮岛技术	浮床建设成本 200-300 元/m <sup>2</sup>	
				水生动物操纵技术	主要为鱼苗购买和捕捞费用	
7	重庆盘溪河流域生态修复工程	流域范围, 周边废水排入	污染径流控制类	雨水收集与园林带建设有机结合	/	/
			生态修复类	建立内河湿地		
				改造驳岸		
生态修复类	生态浮床技术					
8	重庆城市黑臭河道原位治理及生态恢复技术与示范	小型河流, 水位变化小, 水体基本静止	设施设备	净化装备研发	河道建设全长为 1100 m	2019 年
			水文调控类	调控水力循环、改变河流流向与流速		
			生态修复类	水生动植物-底栖动物-微生物平衡净化体系		

续表

编号	案例名称	对象湖泊特点	应用技术		建设/运行成本	建设(成)时间
9	云南大理苍山灵泉溪生态环境保护与清水入湖示范工程	提升河湖水质, 亿万清水入湖	生态修复类	生态堤岸构建	已完成 3.18km 波罗江整治工程和 4.53 km 苍山灵泉溪生态环境保护清水产流入湖示范工程	/
10	云南玉溪抚仙湖人工湿地修复工程	抚仙湖周边居民生活污水直排严重; 天然湿地被破坏, 水土流失现象严重; 新建鱼塘和水田加剧了水质恶化	水体自净能力恢复与生态修复类	人工湿地就地处理技术	/	2003 年
11	贵州六盘水市明湖湿地公园生态修复工程	从水污染、洪水雨涝、河流修复、创建公共空间方面进行修复	工程类措施	拆除混凝土河堤, 恢复滨水生态带	湿地公园面积约 90 ha	2013 年
			生态修复类	建造梯田湿地和坡塘系统		
12	贵州黔南州都匀市清水江剑桥河段水生态修复与治理工程	水源地涵养和湖滨带修复	杨柳街河道生态修复	滨水带建设、绿化提升、人工湿地、龙井坝清淤	/	/
			邦水河水环境综合治理工程	生态清淤、流域生态景观升级改造、改造岸线		