

ICS 13.020

CCS A 01

团 体 标 准

T/ACEF 0**—20**

淡水湖泊水生生态保护与修复技术指南

Technical Guidelines for Aquatic Ecological Protection and Restoration of

Freshwater Lakes

（征求意见稿）

2026-□□-□□发布

2026-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义引用标准 2

4 技术路线 3

5 现状调查 3

6 问题诊断 5

7 保护与修复目标 6

8 保护与修复路径 6

9 实施措施 8

10 后评估与管理 13

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。

本文件由中华环保联合会水环境治理专业委员会提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

淡水湖泊水生态保护与修复技术指南

1 范围

本文件给出了淡水湖泊水生态保护与修复的技术路线、现状调查、问题诊断、保护与修复目标、保护与修复路径、实施措施和后评估与管理。

本文件适用于淡水湖泊水生态保护与修复。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3838	地表水环境质量标准
GB 8978	污水综合排放标准
GB/T 15163	封山(沙)育林技术规程
GB/T 18337.3	生态公益林建设 技术规程
GB 18596	畜禽养殖业污染物排放标准
GB 18918	城镇污水处理厂污染物排放标准
GB/T 25173	水域纳污能力计算规程
GB/T 38360	裸露坡面植被恢复技术规范
GB/T 43476	水生态健康评价技术指南
GB 50318	城市排水工程规划规范
GB 50400	建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范
GB 50513	城市水系规划规范
GB/T 50817	农田防护林工程设计规范
CJJ/T 54	污水自然处理工程技术规程
HJ 1098	水华遥感与地面监测评价技术规范（试行）
HJ 1156	自然保护区人类活动遥感监测技术规范
HJ 1172	全国生态状况调查评估技术规范—生态系统质量评估
HJ 1296	水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）
HJ 1308	入河入海排污口监督管理技术指南 整治总则
HJ 1312	入河入海排污口监督管理技术指南 排污口分类
HJ 1313	入河入海排污口监督管理技术指南 溯源总则
HJ 1314	入河入海排污口监督管理技术指南 信息采集与交换
HJ 1387	入河入海排污口监督管理技术指南 监测
HJ 192	生态环境状况评价技术规范
HJ 2.3	环境影响评价技术导则 地表水环境
HJ 2005	人工湿地污水处理工程技术规范
HJ 2035	固体废物处理处置工程技术导则
HJ 710	生物多样性观测技术导则

HJ/T 166	土壤环境监测技术规范
SC/T 9102.3	渔业生态环境监测规范
SC/T 9401	水生生物增殖放流技术规程
SL 17	疏浚与吹填工程技术规范
SL 196	水文调查规范
SL 395	地表水资源质量评价技术规程
SL 644	水利水电工程水库库底清理设计规范
SL 662	入河排污量统计技术规程
SL 709	河湖生态保护与修复规划导则
SL/T 712	河湖生态环境需水计算规范
SL/T 793	河湖健康评估技术导则
SL/T 793	河湖健康评估技术导则
SL/T 800	河湖生态系统保护与修复工程技术导则
SL/Z 479	河湖生态需水评估导则（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

湖泊生态系统 Lake Ecosystem

湖泊生物群落与大气、湖岸、湖水及湖底的沉积物之间连续物质交换和能量传递，形成结构复杂、功能协调的基本生态单元，具有调蓄和改善水质、为生物提供栖息地等多种生态功能的系统。

3.2

生态胁迫 Ecological Stress

来自人类或自然的对生态系统正常结构和功能的干扰，超出生态系统恢复力，导致生态系统发生不可逆的变化甚至退化或崩溃。引起干扰的因子，称为胁迫因子。

3.3

生态恢复 Ecological Restoration

停止对生态系统人为干扰，以减轻生态胁迫压力，依靠生态系统的自我调节和恢复能力，使遭到破坏的生态系统逐步恢复至原来的自然状态。

3.4

生态调控 Ecological Regulation

以水质改善和水生态保护为导向的渔业活动，当湖泊呈现富营养化状态和生态功能退

化时，通过人为调控水体的生物，特别是鱼类群落结构，来提高湖泊生态系统的恢复力和稳定性，是一种兼顾生态系统保护与湖泊渔业发展的渔业生产方式。

3.5

保护保育 Conservation and Preservation

通过禁止或限制人类活动，减少对自然生态系统的干扰和破坏，促进生态系统的自然恢复和保护的自然资源和生态环境管理措施。

4 技术路线

湖泊水生态保护修复技术路线包括现状调查、问题诊断、保护与修复目标、技术路线和实施措施，以及评估及管理，技术路线见图 1。与图 1 对应？

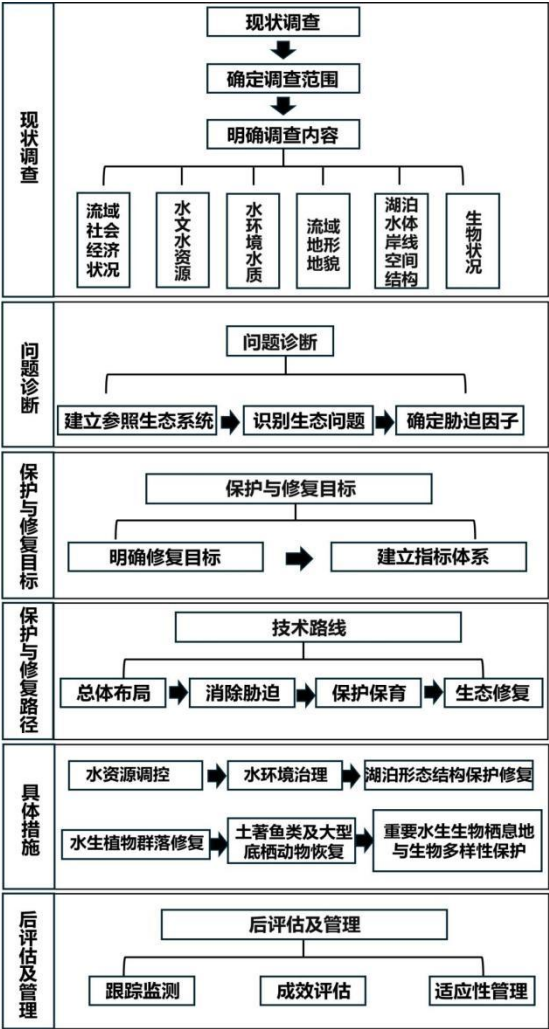


图 1 湖泊水生态保护修复技术路线

5 现状调查

5.1 调查范围

5.1.1 湖泊生态系统调查范围为包括湖泊管理保护范围、出入湖河道及汇水流域内的陆域空间；对于通江达海的重要湖泊，调查范围还包括连通的江河水系。

5.1.2 确定湖泊生态调查和研究范围时，除分析流域汇水范围和出入湖水系分布外，还需分析流域行政区划、生态功能区划和水功能区划，以及生态红线范围和水系调度管控区域等因素。

5.2 调查内容

5.2.1 湖泊生态系统调查内容包括流域社会经济状况、水文水资源、水环境水质、流域地形地貌、湖泊水体岸线空间结构以及生物状况等。

5.2.2 社会经济调查包括湖泊流域范围内的行政区分布、人口、土地资源开发利用情况、产业结构、社会经济发展水平以及人类活动范围和强度等。

5.2.3 水文水资源调查内容包括湖泊流域面积、水系分布、气象特征、降水径流、湖泊水资源利用、入湖河道的出入湖流量、湖泊水面面积和水位过程、湖泊换水周期和泥沙情况等。还包括下列内容：

a) 对于季节变化差异显著的湖泊，按丰水期和枯水期调查统计。

b) 对于人为管控调度的湖泊，重点调查主要连通河道水系的闸、坝等阻隔构筑物和水利工程设施建设及调度情况。

5.2.4 水环境调查内容包括湖泊及出入河道水质、底泥沉积物、富营养化状况、污染源溯源分析等。

5.2.5 地形地貌调查包括流域地形坡度、土壤和用地类型、生态缓冲带、湖滨带生态结构、湖泊基地和水下地以及湖面开发利用情况等。还包括下列内容：

a) 湖泊生态缓冲带调查自然植被覆盖情况，采砂、取土、弃土、弃料和水土流失情况，以及养殖、种植、城乡建设、房地产和旅游资源开发等人类活动干扰胁迫情况。

b) 湖滨带生态结构调查湖泊湖滨带的自然植被覆盖情况和堤防护岸结构型式，区分自然和人工护岸结构，包括岸线的类型、结构、坡度等断面形式。

c) 重点调查湖泊岸线的土地利用和挖、压、侵占情况，陆域边坡水土流失情况，水位变动区边坡侵蚀等，判断湖滨带生态结构稳定性和人类活动干扰胁迫。

d) 重点调查湖泊水下地形和底质条件，识别浅滩、沙洲、岛屿等滨岸浅水区面积比例变化和湖泊水下地形变化情况。

e) 湖面开发利用情况调查包括水上旅游开发、水面围网养殖、围湖造田和交通、水利工程建设等湖面开发利用，以及湖泊航运、捕捞等类活动干扰情况。

5.2.6 生物群落调查包括水生植物、鱼类、大型底栖无脊椎动物、浮游动物、浮游植物、重要水生动物、外来物种以及水生境等。还包括下列内容：

a) 重点调查生物群落的空间分布、种类数量和生物多样性，以及水生境条件等。

b) 水生植物调查包括植物分布、物种数、覆盖度和生物量等指标，可采用遥感解译和无人机航拍等技术手段，结合历史影像资料，分析水生植物的分布范围和覆盖度变化情况。

c) 鱼类调查包括种类组成、数量，及其越冬场、产卵场和索饵场及洄游通道等生境条件状况。

d) 重要水生生物包括区域内土著、珍稀、濒危及特有物种的种类、分布、资源量和种质资源保护情况，以及完成其生活史所需的水文、底质、食物、洄游通道等生境因子和竞争物种情况。

e) 外来物种情况调查包括区域内主要外来物种的种类、分布、入侵时间、入侵规模和危害等，以及已采取的防治措施和效果。

6 问题诊断

6.1 识别生态问题

6.1.1 基于湖泊生态系统现状调查结果，以参照生态系统为基准，通过现状和历史状况对比及变化趋势分析，对湖泊生态系统健康状况进行单项和综合评价，从水文水资源、水环境、形态结构、生物群落结构等维度分析湖泊生态系统的健康状况和主要生态环境问题。

6.1.2 湖泊水文水资源问题主要表现为：

- a) 生态基流和最低生态水位保障不足；
- b) 湖泊换水周期加大和湖泊水动力不足；
- c) 人类活动导致湖泊水文过程显著偏离自然状态，表现为流速过大、长期维持中高水位、失去自然水位变化节律等。
- d) 其他问题。

6.1.3 湖泊水环境问题主要表现为：

a) 外源污染包括由工业点源、城镇生活污水及农业面源污染等输入的氮磷营养盐和有机污染物浓度超标造成的水质恶化和湖泊水体富营养化，水温、pH、溶解氧、盐度等指标的异常变化，以及重金属、农药、石油类等有毒有害物质污染等，水体透明度异常变化；

b) 内源污染主要包括氮磷有机污染物浓度超标和氧化还原电位过低，以及重金属有毒有害物质富集等；

c) 其他问题。

6.1.4 湖泊结构形态问题主要表现为：

- a) 湖泊水面面积萎缩；
- b) 湖泊生态缓冲带结构破坏造成的岸线侵蚀水土流失和栖息涵养生态功能缺失；
- c) 岸线结构硬化；
- d) 浅滩、沙洲、岛屿、湖盆等多样化湖泊水下地形湖泊基底破坏；
- e) 以及水面过度开发侵占；
- f) 河湖水系连通阻断；
- g) 其他问题。

6.1.5 湖泊生物群落结构问题主要表现为：

- a) 蓝绿藻等浮游植物密度过高造成的水华;
- b) 浮游动物数量和群落结构变化;
- c) 水生植物物种减少和覆盖度降低;
- d) 大型底栖动物生物完整性指数降低或耐污种数量增加;
- e) 土著鱼类物种数降低;
- f) 以及关键重点保护水生生物种类和数量减少;
- g) 其他问题。

6.2 确定胁迫因子

6.2.1 针对已识别湖泊存在的生态问题，以流域或区域为尺度，从生态系统演变、土地利用结构和方式变化、生产生活造成的水土环境污染、自然资源开发强度、有害生物入侵等研究分析造成湖泊生态胁迫的关键胁迫因子，并分析其成因。根据湖泊生态系统特征，造成湖泊生态胁迫的关键胁迫因子包括下列内容：

- a) 湖泊生态缓冲带过度开发利用;
- b) 湖泊水面过度开发;
- c) 超负荷污染入湖;
- d) 湖泊生态水位的不合理调控;
- e) 水土流失等因素造成的水体浑浊;
- f) 洄游通道河湖水系连通性受阻;
- g) 物种入侵;
- h) 其他因素。

7 保护与修复目标

7.1 修复目标

湖泊水生态保护修复总体目标以促进湖泊生态系统健康和水生态系统良性循环为核心，统筹水资源、水环境、水生态，着力提升湖泊水生态系统多样性、稳定性、持续性，恢复原生物种的生物完整性，保障和拓展湖泊水生态系统服务功能，建设“清水绿岸、鱼翔浅底、人水和谐”的美丽湖泊。

7.2 指标体系

7.2.1 湖泊水生态环境保护目标体系确定在湖泊生态环境现状调查与流域社会经济发展趋势预测的基础上，结合湖泊生态胁迫关键胁迫因子及问题成因分析，分析流域社会经济阶段发展水平和发展需求，在湖泊环境承载力的约束条件下协调流域社会经济和环境生态的同步改善，同时与专项方案的研究制定相互反馈、联系，根据生态环境保护工程项目实施后的可达性和可行性分析进行调整确定。

7.2.2 结合湖泊功能定位，细化明确湖泊水生态保护修复的指标，主要包括生态需水保障目标、水质维持和改善目标、湖泊形态结构保护修复目标和生物多样性保护目标等。

8 保护与修复路径

8.1 总体布局

8.1.1 根据湖泊的功能定位和生态保护修复目标，分析湖泊空间形态、流域水文水资源特征及开发利用强度和关键胁迫因子，统筹系统和局部的关系，有针对性地进行湖泊水生态保护修复分区布局，合理划定保护保育区和生态修复工程范围。

8.1.2 湖泊保护保育区的划分，主要根据湖泊生态系统的受损程度和自然恢复条件，结合湖泊管理范围和保护范围，以及水源保护区、种质资源保护区等生态敏感区划定。

8.1.3 湖泊生态修复工程布局，根据湖泊的空间结构形态、现状生态环境问题，以及修复对象目标确定，包括入湖河流及河口区，陆域缓冲带、湖泊岸线及滨岸浅水水域等湖泊生态缓冲带，湖湾水域和湖心开敞水体，以及湖泊保护范围内的湿地、岛屿等空间区域。

8.1.4 根据湖泊生态保护修复目标和空间布局，统筹安排保护性管理措施，包括合理安排水文水资源调控、湖泊水体富营养化防控；修复性工程技术措施，包括水环境治理和水质提升改善、湖泊空间结构形态保护修复、高等水生植物群落恢复，以及鱼类和重要水生生物栖息地修复与生物多样性保护，并配套相应的监测评估与管理机制。

8.2 消除胁迫

8.2.1 针对湖泊入（出）湖生态流量及生态水位无法保障等问题，结合湖泊现状本底情况和生态保护目标，开展湖泊生态环境需水分析。根据不同湖泊类型，应因地制宜选择闸、坝、堰等构筑物，采取疏通流路、控制流量、联合调度等措施，保障湖泊水位和水量需求。

8.2.2 在污染溯源的基础上，从湖泊流域汇水范围内的工业、城镇点源污染和种植、养殖农业面源污染等方面，开展系统性水环境治理工作。根据湖泊水体纳污能力，制定重点水污染物排放总量削减和控制计划，禁止在湖泊管理范围和保护范围内新建不符合国家产业政策的严重污染水环境的项目；在湖泊流域范围内推行化肥、农药减量使用，推广精准施肥、使用缓释肥、生物防治病虫害等先进适用的农业生产技术，组织推广使用高效、低毒、低残留的农药，指导化肥、农药的科学使用，发展绿色生态农业，开展清洁小流域建设，控制农业面源污染。维持和提升湖泊水体自净能力，保障湖泊水质达到或优于水环境功能区划目标。

8.2.3 维护湖泊水生态保护区域的自然特征，依法有序清退湖泊水生态保护的核心范围内布置人工设施。保障湖泊水面面积和湖泊容积不减少，维持湖泊生态缓冲带生态空间结构完整，提高湖泊自然岸线率和流域植被覆盖度。对于现状围垦或者圈圩养殖区，按湖泊保护规划、防洪规划和湖泊生态恢复的要求，制定实施退地还湖、退耕还湖、退圩还湖方案。

8.2.4 落实湖泊管理保护范围生态空间管理，明确湖泊管理保护范围内禁止、限制的开发利用活动，明确养殖种植规模、种类、方式的控制，合理利用湖泊岸线；依据“三线一单”、“三区三线”、城市蓝线、河湖管理范围等空间管控要求和湖泊管理保护条例等法律法规，对湖泊管理保护范围内的非法“挖压侵占”等人类活动干扰进行依法清退或改造。

8.3 保护保育

8.3.1 从保护和恢复湖泊自然生态系统状况为出发，重点保护湖泊生态功能和生物多样性，保护湖泊深水浅水水域、沙洲、岛屿、滩地和水位变动带、生态缓冲带等多样化生境，保障乡土物种种群数量结构，防控外来物种入侵，提升湖泊水生态系统的生物多样性，保护和改善湖泊生态系统。

8.3.2 对于代表性自然生态系统和珍稀濒危野生动植物物种及其栖息地，采取建立自然保护区、去除胁迫因素、建设生态廊道、就地和迁地保护及繁育珍稀濒危生物物种等途径，保护生态系统完整性，提高生态系统质量，保护生物多样性。

8.3.3 针对具备自然生长恢复的陆域、水生植被和鱼类、大型底栖动物、重点保护水生生物，在非法清退消除负面人为干扰胁迫后，通过划定保护区，执行退耕还林还湿、禁止放牧、禁止砍伐、禁渔等生态保育政策，促进重点湖泊的鱼类和重点保护水生生物种群的自然恢复。

8.4 生态修复

8.4.1 生境修复根据水生态修复目标需求，通过湖泊生态缓冲带生态修复、岸线结构生态改造和适宜水下地形塑造等工程措施，修复鱼类产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，辅以科学的湖泊水文调度管理，重点修复受损的湖泊动植物适宜生长的生境，为植被恢复，以及鱼类、底栖等关键水生动物物种的恢复创造良好生态环境条件。

8.4.2 植被恢复应以湖泊生态健康目标为导向，在水生植被恢复前，根据湖泊水下地形和水深、流速、风浪及水体透明度等限制性环境因子条件，识别判断湖泊适宜水生植被恢复的重点区域，聚焦湖泊近岸浅水区、湖湾风流影响较小区域作为水生植被优先恢复区。水生植被恢复在植物物种选择和群落结构配置时，分析植物生物多样性和群落结构稳定性需求，以及水生动物栖息地环境需求，优先选择本地适生种，避免选择外来入侵种，进行多种生活型和物种的综合配置。

8.4.3 关键物种恢复应遵循系统性原则，在充分诊断分析关键物种衰退原因的基础上，从栖息生境、洄游通道、食物、自身种群数量和生态位竞争等多维度进行系统性恢复，必要时进行增殖放流。

9 实施措施

9.1 湖泊水文水资源调控

9.1.1 湖泊生态需水量控制包括下列内容：

a) 湖泊生态环境需水计算分为入（出）湖生态流量和湖泊生态水位，结合湖泊的生态保护修复需求，合理确定计算范围和生态保护目标，采用天然径流系列，选择合适的方法进行计算。

b) 湖泊生态环境需水计算按基本资料收集调查、生态状况分析、生态保护目标分析、范围选择、计算方法比选、生态环境需水计算、结果合理性分析的程序依次开展。

c) 湖泊生态状况与保护目标分析应基于收集和调查的基础资料，综合分析湖泊、沼泽的生态环境功能、主要生态环境问题及湖泊水位自然节律变化，并结合经济社会用水现状及未来变化趋势等因素确定湖泊、沼泽的生态保护目标。

d) 湖泊生态环境需水计算中, 采用两种及以上方法比对出(入)湖生态流量与生态水位, 并结合水资源条件、用水需求及保障可行性分析确定。

9.1.2 湖泊生态水量优化配置包括下列内容:

a) 根据湖泊生态需水量和湖泊生态水位、水位过程计算结果和现状湖泊水文水资源方面存在的主要问题, 结合流域综合规划和水资源配置方案, 确定湖泊生态流量和生态水位保障目标, 并将生态用水纳入流域区域水资源统一配置。

b) 针对水资源紧缺的干旱半干旱地区湖泊, 结合本地水资源禀赋和开发利用现状, 以节水和水资源总量管控为基本途径, 强化用水消耗总量和强度的管控, 加强取水监管和水资源循环综合利用。必要时, 可通过跨区域引调水和生态补水措施补充湖泊的基本生态水量需求。

c) 针对因上游水利水电开发造成生态基流下泄不足的山区性湖泊, 结合生态流量过程保障需求, 统筹协调供水、防洪、发电等与湖泊生态需水量之间的平衡关系, 遵循生态优先的原则, 一方面对生态影响较大且发电效率低的小型水电站拆除, 恢复流域自然水文过程; 对于保留和新建的水利水电设施, 在保障防洪安全和供水安全前提下, 按有限保障生态流量的原则, 优化水利水电设施的运行调度规则, 合理安排下泄流量和泄流过程, 满足流域内湖泊河流的生态流量和过程需求。

d) 针对平原水网地区湖泊, 水资源总量充足, 但因水网闸站调度和湖泊水资源管控造成的湖泊水文过程大幅变化, 以及持续中高水位运行等特点和生态胁迫, 分析湖泊防洪排涝、城乡供水和水环境治理和生态修复等综合需求, 结合汛期、非汛期的水文情势变化和湖泊自然水位变化周期节律, 合理制定区域水网闸站的联合调度方案。

9.1.3 湖泊生态水位调控包括下列内容:

a) 对于有闸站水利设施调度控制的湖泊, 生态水位调控, 除满足区域防洪除涝水安全保障和城乡供水保障外, 还分析湖泊生态系统的自然周期节律, 包括丰水期和枯水期水位变化, 以及不同类型水生植物的萌发生长周期。

b) 对于有闸站控制的湖泊, 生态水位主要利用出入湖河道口门闸站水利设施对湖泊的进出水水量控制进行精准化调控; 对于通江达海的大型开放性湖泊, 水位控制服从自然水文过程变化, 并通过江河流域的梯级调度, 调控极端洪水位和极端干旱枯水位。

9.2 水环境治理

9.2.1 外源入湖污染防治以现状调查为基础, 通过资料收集、现场踏勘、采样分析等手段, 深入了解调查湖泊的社会经济状况、水系河网现状、区域排水系统、区域水质等, 并结合规划发展需求, 分析识别湖泊的主要外源污染源头并进行污染负荷计算, 对照湖泊水环境容量, 对点源、面源、入湖河道等不同污染输入途径提出明确的控制目标, 结合湖泊特点选择最适宜的措施组合, 谋划湖泊外源入湖污染防治的总体布局。基于水环境容量与负荷对比, 超标则削减, 分解目标后分类施策。

9.2.2 点源治理以总量平衡为目标, 对工业废水及生活污水实施双控管理、雨污分流、截污纳管、集中处理, 必要时辅以生态净化, 污水处理厂提标强化脱氮除磷; 对农业面源采取源头减量、过程拦截、末端净化综合措施; 城市面源依托海绵城市蓄渗初期雨水; 生态净化采用河口湿地等自然方式。

9.2.3 内源污染治理措施包括下列内容:

a) 湖泊内源污染治理对象是污染物含量较高，对湖泊水生态系统造成不良影响的表层污染底泥。不良影响主要体现在污染物向水体释放、大型底栖动物群落结构影响，以及水生植物根系环境破坏等。

b) 内源污染治理在控制外源后实施，环保施工创造修复基质；底泥按需因地制宜处置，余水达标，底泥达标方可用；治理前采样检测氮磷等，用多种评价法结合污染连片确定范围；生态清淤选用环保设备，脱水至含水率不大于 55%，助剂环保，余水达标；原位修复包括生物和覆盖。

9.2.4 湖泊水质改善包括下列内容：

a) 在入湖污染得到有效控制后，利用自然生态的水质净化工艺措施，提升湖泊水体自净能力。湖泊水质改善技术措施主要包括人工曝气增氧、生物接触氧化、活水循环、水生植物生态净化、生态浮床等水环境治理修复技术。

b) 鼓励生态友好型湖泊水质改善技术工艺的应用推广，慎重选择生态环境影响和生态安全风险不明，或对原生生态系统造成生态胁迫风险的水环境治理技术。

9.2.5 水体富营养化水华应急处置包括下列内容：

a) 湖泊水体富营养化防控以水质、水生态的其他系统性和预防性的治理措施为主。针对易发生蓝藻水华的富营养化水体，从消除影响角度出发，采取应急处置措施。

b) 蓝藻水华应急控制以防止或减缓蓝藻水华危害为主，包括保障饮用水安全，减缓蓝藻异味对周边人群影响，防止引发鱼类、大型底栖动物、水生植物规模化死亡。

c) 蓝藻水华应急处置按分区分级控制。水体区域根据生态服务功能划分为饮用水源地、人群敏感区、重要景观区和生态敏感区并按照水华发生风险区等级和水华堆积区面积进行设计。

d) 蓝藻水华应急控制以清除水华蓝藻生物量为优先目标，合理设计设施的处理规模，优先选择生态安全的除藻能力高的技术。优先选择环境友好型的辅助原料，合理设计使用量，避免造成二次污染；除藻过程中宜控制藻毒素、异味物质等向水体或空气中释放形成二次污染；产生的藻泥宜优先资源化利用。

9.3 湖泊形态结构保护和修复

9.3.1 退圩还湖湖泊空间恢复包括下列内容：

a) 针对因围垦等非法侵占造成的湖泊面积、容积萎缩，调蓄洪能力降低，滨岸带和水体生态功能退化等问题，以恢复水域面积和增加湖泊容积为目标，合理布局退圩还湖工程，通过实施退圩（田、渔）还湖，突出解决湖泊生态保护与种养殖之间的矛盾，坚决遏制围湖垦殖的现象发生，持续提升湖泊防汛抗洪减灾能力，改善湖泊生态系统功能。

b) 据区域自然社会、规划及围垦变化，结合连通水质经济，确定清退范围与挖除量；调查占用容积、水文地貌等；拆除塘埂至自然湖底高程，圩堤低于最低生态水位 0.3m 并部分挖至自然底高；监测污染底泥，先清污染泥再清非污染泥。

9.3.2 湖泊生态缓冲带修复包括下列内容：

a) 陆域生态缓冲带生态修复以防洪及结构安全为前提；堤防型对硬质堤防生态化改造，构建植物防护带，汇水路径设拦截沟、蓄滞池，裸露边坡恢复近自然植被；农田型需严守基本农田法规，优先退田还湖恢复自然滩地，临水侧植物防护避免高大植物，排水沟渠生态化改造；村落型拆除后基底恢复自然缓坡滩地，陆域边缘设绿篱隔离带和生态拦截

沟；养殖塘型退塘还湖恢复湿地生态塘，其余同村落型；河口型有条件时建设入湖缓冲净化湿地；复合型参照上述要求并使各类型岸段连通衔接。

b) 水位变动带生态修复应以基底恢复和植物群落恢复为主，基底恢复按边坡坡度和类型选用抛石或软体排护底等技术，植物群落由陆向水依次恢复挺水、浮叶、沉水植物，且宜对硬质堤防进行生态化改造。

c) 岸线结构生态化改造依据坡度、水文、土壤选择生态护岸型式，已硬化护岸可采用覆土工法、原位植生等技术改造并加固。

9.3.3 湖泊河流水系生态连通包括下列内容：

a) 在规划范围内对修复湖泊及汇流和出流水系连通性进行统筹规划，修复和合理配置河流、湖泊、水网、湿地、沼泽等地貌单元的自然景观和水文连通格局。参照历史连通状况及河湖水文特征，根据现状水文、地貌条件和社会、经济与环境需求，确定修复连通性目标；论证河湖水系连通性修复对于水资源优化配置、保障防洪安全和提高生态服务功能方面的综合影响。

b) 对于已建控制闸坝的河湖，可改进调度方式，实施生态调度，实现河湖水系连通需求。经过充分论证可拆除部分控制闸坝，恢复河湖自然连接。

c) 对于尚未建控制闸坝的河湖，在综合效益评估的基础上，遵循先保护、后修复的原则，制定河湖水系连通性总体保护方案。

9.4 水生植物群落恢复

9.4.1 现状调查和评估包括下列内容：

a) 对受损湖泊进行水生植物群落恢复前，对现状水生植物群落调查，主要调查湖区水生植物种类、数量、外来物种入侵状况调查，综合评估湖泊水生植物植物的多样性、搭配以及密度等状况。

b) 结合湖区水下地形和水文水质调查，重点分析评估造成湖泊水生植物衰退的生态胁迫因子，包括湖泊水文水位过程变化、水质变化、湖泊基质和底泥污染情况、物种入侵，以及人为破坏等压力，为湖泊水生植物恢复提供方案依据。

9.4.2 水生植物恢复生境营造包括下列内容：

a) 水生植物群落生境构建前应进行生境修复，营造适宜水生植物群落生长的浅水环境，引导水生植被自然恢复。针对大型湖泊，湖泊水生植物生境营造优先选择湖湾区域进行先行修复。

b) 污染底泥影响水生植物恢复时实施底质生境修复，挺水植物区可清理污泥与腐殖质，或采用覆盖、局部换土调整土质以提升生境多样性；沉水植物区清淤强化根系固着能力，清水型恢复区清除污染底泥以维持良好底质；以植被恢复为目标的疏浚需兼顾底质、氧化还原电位等指标，重污染薄层底质可采取适宜原位处理措施。

c) 消浪防冲在湖湾进行水生植被恢复时，分析水生植物群落构建初期风浪侵蚀，在强风浪区域进行必要的消浪措施，在适当设置消浪排桩、消浪桩、消浪围栏、消浪潜岛等措施，为水生植物群落构建提供相对稳定的环境。

9.4.3 水生植物类群结构配置包括下列内容：

a) 先锋种群落恢复优先选择少量先锋物种，依据湖泊条件，遵循功能满足、本地优先、适应环境、最小风险与最大效益原则，兼顾 N/P 去除及演替规律，以此为基础优化配

置并逐步恢复其他物种，形成稳定多样化群落，恢复结构与功能，增强抵抗力与恢复力，提高生物多样性，并为其他水生生物提供栖息地与食物来源。

b) 本地种群落配置优先选用自维持好、生态效益高的乡土植被，并根据湖泊生态、水质及地形合理搭配种类与生活型，形成改善水质、恢复生态并供栖息地的功能群落；可参照历史优良模板引入适应性强、效益好的物种，且兼顾种植养护成本，选根系发达、分蘖强、生长快、生物量大者；退化湖湾宜以沉水植物恢复扩增为主，浅水区重点保护种子库，深水区移栽建种群辅助恢复。

c) 植物生物多样性群落配置遵循原有生态结构，兼顾立体空间、季节演替及水深、底泥、鱼类等生境，构建近自然稳定群落；空间上由岸向水依次配置，时间上按节律配比保证周年功能，净化目标选耐污根系种，栖息地目标选提供遮蔽食物种并优化空间，景观利用观赏特性按季相配置，同时结合岸线恢复及动物栖息需求，遵循“物种多样化”原则增强稳定性和生态弹性。

d) 在水生植物群落构建完成后，定期跟踪监测和维护管理以保障健康稳定并及时调整配置，同时依据修复区功能定位实施适应性管理，减少人工和外来资源投入，形成自维持的良性循环。

9.5 土著鱼类及大型底栖动物恢复

9.5.1 生境修复应根据鱼类等水生动物繁殖生物学、生态学特性，模拟鱼类繁殖生境，针对定居性产卵鱼类产卵习性，采用替代材料人工设置在特定水域，供其产卵繁殖和稚

(幼)鱼栖息生长的设施。如利用树木或不规则石块等制造鱼类繁殖场所；使用木桩、铺草、抛石或沉石等模拟自然状态，并增设人工渔礁，优化生存环境。

9.5.2 合理配置土著鱼类及大型底栖动物群落，在沉水植物生态修复和多样性恢复后投放水生动物，优先选本土物种并控量、进行适应性及规格评价，以杂食性虾蟹和滤食、碎屑食性螺贝类等构建完整食物链与生态位互补，控制草食性鱼类以保护沉水植物，并根据净化、修复或增收等目标配置滤食性或肉食性鱼类及底栖动物，严格禁外来种并保护栖息地连通性，同时注意运输季节、检疫及投放记录，以促进系统良性循环。

9.5.3 土著鱼类及大型底栖动物投放后需定期开展生态监测，跟踪种类与数量变化、重点监控外来入侵物种分布，形成监测数据与评估报告，据此动态调控种群结构，按需补充规模不足的物种，对大型鱼类实行轮捕轮换，合理管控草食性与肉食性鱼类种群规模，同时加强病害防控、及时清理死亡个体以防水质恶化，维持湖泊生态系统健康平衡。

9.6 重要水生生物栖息地与生物多样性保护

9.6.1 从流域整体出发，对天然生境开展调查评价与分级，对重要水生生物的上述功能区划定天然生境保留范围并限制或禁止开发活动，同时结合水生生物生存繁衍习性，以塑造水流结构多样性、提升微生境复杂度为原则，通过底质修复、人工鱼巢构建等措施改善受损生境，营造适宜土著生物生存繁衍的栖息地条件。

9.6.2 对珍稀濒危水生生物洄游通道适当限制闸坝等阻隔设施，通过拆除河湖支流堤坝、为仍发挥效用且具备条件的阻隔工程补建过鱼设施恢复生境连通，过鱼设施需结合鱼类资源、洄游规律及工程特性确定过鱼目标、种类与时段，依据目标鱼类的生物学及行为学特征设计。

9.6.3 对因长期生态胁迫造成资源量显著下降的重要水生生物，可实施人工增殖放流。并根据湖泊鱼类资源状况、鱼类生境条件、鱼类亲本可获得性、人工驯养繁殖技术基础，合理确定放流对象，并根据水域生境条件、生态承载力、放流对象生存力等因素综合确定放流规模及放流规格。水生生物增殖放流的水域条件、本底调查，放流物种的质量、检验、包装、计数、运输、投放，放流资源保护与监测。

10 后评估与管理

10.1 跟踪监测

10.1.1 选取实施保护修复的水域作为监测评估区域，依据相关标准规范并遵循科学性、代表性等原则设置监测点位与指标，

10.1.2 基于跟踪监测与成效评估结果实施动态适应性管理，动态优化生态水位、补水方案及水利工程调度，适时调控水生生物群落结构并定期养护各类工程设施，保障生态修复成效持续稳定。

10.2 基于监测评估的适应性管理

按跟踪监测与成效评估结果，建立并实施动态的适应性管理机制。动态优化生态水位、补水方案及水利工程调度，适时调控水生生物群落结构并定期养护各类工程设施，保障生态修复成效持续稳定。

10.3 成效评估

保护修复成效评估基于修复实施区域的跟踪监测数据，分析水生生物、水生生境、水环境、水资源等方面的变化，按评价单元围绕修复目标构建多维度指标体系，按标准方法计算指标值、对比修复前后指标变化并分析驱动因素，评估结果用于指导修复工作。