

ICS 号
Z10

团 体 标 准

T/CSES 00-2000

受损湖泊修复工程运行维护与管理技术指南

Technical guide for management, operation and maintenance of damaged lakes
remediation project

(征求意见稿)

2000-00-00发布

2000-00-00实施

中 国 环 境 科 学 学 会 发 布

目 次

前 言	I
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 基本要求.....	4
5 入湖污染物拦截及生态控制工程运行维护与管理.....	5
6 湖滨缓冲带生态修复工程运行维护与管理.....	7
7 浅水区水生植物恢复与水生态调控工程运行维护与管理.....	9
8 蓝藻水华控制工程运行维护与管理.....	10
9 修复工程监测与调控.....	10
附件	12

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。

本文件由北京师范大学提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：北京师范大学。

本文件主要起草人：

受损湖泊修复工程运行维护与管理技术指南

1 适用范围

本标准规定了受损湖泊修复工程运行维护与管理的总体要求和入湖污染物拦截及生态控制工程、湖滨缓冲带生态修复工程、浅水区水生植物恢复与水生态调控工程、蓝藻水华控制工程的运行维护与管理要求，以及修复工程监测与调控等技术要求。

本标准适用于受损湖泊修复工程的运行维护与管理。可作为受损湖泊修复工程实施单位的技术依据与参考。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 3838-2002	地表水环境质量标准
GB T 50138-2010	水位观测标准
GB/T 8170-2008	数值修约规则与极限数值的表示和判定
HJ/T 91-2002	地表水和污水监测技术规范
HJ 192-2015	生态环境状况评价技术规范
HJ 494-2009	水质采样技术指导
HJ 623~628—2011	《区域生物多样性评价标准》等六项标准
HJ 2015-2012	水污染治理工程技术导则
HJ 2016-2012	环境工程 名词术语
ISBN13193 0654	全国海岸带和海涂资源综合调查简规程
7-80010-675-6 7-80010-676-4	湖泊富营养化调查规范
《突发事件应急预案管理办法》	国办发[2013]101号

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

受损湖泊 deteriorated lake

湖泊生态系统的结构和功能在人为干扰活动的作用下,发生改变并打破了原有的平衡状态,使湖泊的水质和水环境发生变化和障碍,并造成了湖泊生态系统的逆向演替。

3.2

湖滨带 littoral zone

湖泊流域陆生生态系统与水生生态系统间的过渡带,其核心范围是湖泊最高水位线和最低水位线之间的水位变幅区,并可依据湖泊水-陆生态系统的作用特征分别向陆向和水向辐射一定的距离。

3.3

湖泊缓冲带 buffer zone

缓解或减轻湖泊水生态系统受到流域内各种人类活动或自然过程的破坏、干扰和污染的空间。

3.4

湖泊基底 lake basement

湖区水生植被根系的固着点,是植物生长所需营养元素的主要来源。

3.5

湖泊生境 lake habitat

湖泊生态系统中水生生物（水生动物、植物和微生物）所生存的栖息地环境。由生物和非生物因子综合形成，包括必需的生存条件和其他对生物起辅助作用的生态因素。

3.6

底栖动物 zoobenthos

生活史的全部或大部分时间生活于底部水体与沉积物界面的水生动物群。

3.7

水环境修复 water environmental restoration

采取物理、化学、生物等技术措施，使存在于水环境中的污染物浓度减少或毒性降低或完全无害化的过程。

3.8

生态护坡 ecological slope protection

综合利用工程力学、植物学、微生物学等原理对湖区斜坡或边坡进行支护，形成由一系列护坡植物如沉水植物、浮叶植物、挺水植物、湿生植物（乔、灌、草）等构成的多层次生态防护，对边坡表层具有防护、加固作用，兼顾生态功能和景观功能。

3.9

护岸 bank revetment

为保护湖区的岸坡，防止水流、波浪侵蚀而构筑的建（构）筑物。

4 基本要求

4.1 一般规定

4.1.1 受损湖泊修复工程运行维护与管理应符合国家相关法律、法规、规章及标准的有关规定。

4.1.2 受损湖泊修复工程运行维护与管理应符合当地总体发展规划和生态环境保护专项规划要求。

4.1.3 受损湖泊修复工程，应不受洪水、潮水或内涝的威胁，并应防止湖泊周边外源污染物和人类活动的干扰。

4.1.4 受损湖泊修复工程运行维护与管理过程中，从生态环境效益和社会经济效益两个方面，每年定期对修复工程进行绩效评估，保障修复工程的长期高效运行，绩效评估的工作可委托专业评估公司。

4.1.5 按照《突发事件应急预案管理办法》相关规定，建立事故应急预案，使湖泊水质异常、藻类爆发、特殊天气等突发事件对受损湖泊修复工程运行维护与管理的影响降到最低。

4.2 制度建设与人员培训

4.2.1 受损湖泊修复工程管理单位或管理责任主体、主管部门应根据实际情况制定工程设施维护管理制度，明确修复工程日常养护的项目、内容、方式、频次、质量标准、考核办法以及工程维修项目实施的程序、检查、验收等管理要求。

4.2.2 应将受损湖泊修复工程的工艺流程图、安全操作规程、各岗位的任务职责等示于明显部位；工艺设施和主要设备应编入台账。

4.2.3 运行维护与管理人员应经过相关专业培训，熟悉修复工程工艺和设施设备的运行要求、技术指标、维修规定，熟练掌握工程中各机械和电气设备使用方法，并考试合格后方可上岗。

4.3 工程设施管理与安全防护要求

4.3.1 修复工程设施旁要设置警示牌，标示设施运行的责任主体和联系人。

4.3.2 运行维护与管理人员应按要求定期对构筑物的结构及各种闸阀、护栏、爬梯、管道、支架和盖板等进行定期检查、维修及防腐处理。

4.3.3 应对电机、水泵、仪表等设施进行日常运行检查；定期进行维护保养除锈，添加润滑油，更换零部件，以延长其使用寿命。

4.3.4 对受损湖泊修复工程区内拦污设施、净化设施以及护岸等工程设施进行定期维修养护。设施功能出现障碍或有损坏时，应及时进行清理和维护，保持设施的完整、安全和正常运用；发现严重问题时应及时报告相关管理部门并采取必要的管护措施。

4.3.5 应及时更换被损坏的照明设备，确保照明设施工作正常；确保观测设施完好，能正常进行观测；确保标识标牌字迹清晰，无丢失或损坏现象。

4.3.6 应在受损湖泊工程区内明显位置、主体修复装置旁以及易燃易爆区域配备防护救生用品与消防器材，并定期检查和更换。

4.3.7 清理机电设备及周围环境卫生时，应先关闭设备，冲洗水不得溅到电缆头和电机带电部位及润滑部位。

4.3.8 设备检查与维修期间应切断电源，并于设备开关及电闸处悬挂维修警示牌方可开始作业。

4.3.9 运行维护与管理人员应穿戴齐全劳保用品，做好安全防范工作。

4.4 人为活动管理

4.4.1 修复工程区域应设置相应的警示牌，以示该区域不得进行大型人为活动。

4.4.2 应定期进行巡查，防止周围居民在修复工程区内进行植被采收、放牧等活动。

4.4.3 修复工程区内划定通行路线，必要时可采取封禁治理，在修复工程区内制定封禁范围，设立封禁宣传牌，并公告于民。

4.4.4 应利用广播、宣传牌、宣传单等多种形式进行生态修复工程的宣传，使群众意识到生态修复的重要性，逐步提高其投入到湖泊生态修复工程建设中的自觉性和积极性。

5 入湖污染物拦截及生态控制工程运行维护与管理

入湖河流作为湖泊水量的主要供应渠道，其中的污染物控制以及生态恢复对受水湖泊水质与生态的改善具有较大的积极作用。众多污染控制方法中，前置库技术与人工湿地技术对入湖河流中污染物的消减效果较好。前置库一般建于入湖河流末端、受水湖泊前端，可分为沉降拦截区、生物净化区、强化透水区，该工程通过将入湖河水引进前置库实现二次截污、

水体净化后方可排入受水湖泊。人工湿地则是基于基质填料、水生动植物与微生物、水体自身等特性，经人为设计、模拟构建出的复合生态系统，通过基质填料吸附、植物吸收、微生物降解等作用实现入湖河流污染物拦截与净化。

5.1 前置库工程运行维护与管理

5.1.1 实时监测工程区内气象、水位、水量变化情况，测量并记录周围水体向工程区的排水时间、频次、水量等情况，合理进行水位调控，实现前置库系统的有效稳定运行。

5.1.2 每日巡检记录系统内各单元阀门、闸站关起状况，并进行定期润滑、维护与更换。

5.1.3 定期对前置库生物净化区内的水生植物进行补种、抚育、病虫害防治；做好秋季植物的收获、割刈、清理工作；经历暴雨等非正常天气后需及时检查与补种。

5.1.4 日常清除前置库区范围内岸带、水面处的废弃物与漂浮物，打捞、拔除杂草以及已枯萎的水生植物，确保前置库区工程各单元的整洁美观与正常运行。

5.1.5 定期记录并完成月报工作，具体包括库区环境、水质水量、植物生长状况、单元设施运行情况等内容；如遇突发状况需立即上报上级单位。

5.2 入湖河口人工湿地工程运行维护与管理

5.2.1 实时监测人工湿地工程进出水水量与水温，测量并记录系统运行期间的水位波动情况。

5.2.2 定期监测人工湿地工程区进出水水质、内部生物群落物种与数量变化情况，做好人工湿地系统运行效果记录工作。

5.2.3 日常巡检人工湿地系统内各单元设备的运行状况，定期润滑与更换各闸阀门、传动装置等零部件。

5.2.4 及时清理工程区范围内的废弃物、杂草与枯枝落叶，降低基质堵塞概率。

5.2.5 观察记录湿地系统植物生长情况，及时清除因各种原因而死亡的植株，并做好补种、移栽、病虫害防治等工作。

5.2.6 经历暴雨等非正常天气后，要及时检查、扶培与补种，并排除积水以防腐烂。

5.2.7 依据各类植物生长习性，在其生长茂盛期或成熟后对植株进行收割；为防止二次污染，应根据系统净化效果及时完成植物的收获、割刈、清理工作。

5.2.8 冬季来临前要对非耐寒植物采取如植物覆盖、地膜覆盖等防冻保温措施，确保湿地系统内的运行水温维持不低于 8℃。

6 湖滨缓冲带生态修复工程运行维护与管理

湖滨缓冲带属于从湖岸线向陆地延伸的水-陆交错区，是保证清水入湖的重要屏障。该区域的生态修复主要包括两岸植被物种及群落、水生动物、湖滨基底与湿地等恢复工作，其中湖滨带基底条件是湖滨湿地恢复的前提，一般基于湖滨湿地自然生态特征完整性之上，通过吹填造滩、生态护岸、生态清淤等技术开展适宜的基底修复工作，本部分维护管理内容主要包括植物养护管理、鱼类/底栖动物调控管理、湖滨基底与湿地运维管理。

6.1 植物群落养护与管理

6.1.1 养护管理人员要熟悉掌握工程区内植物的生长习性，具备相关专业知识与技能；根据不同植物生长习性，结合当地气候、土壤、水质等环境因素，合理制定养护管理方案与计划。

6.1.2 定期监测工程区内水生植物与岸带陆生植物的生长状况，准确测量记录植物各项理化指标，若发现问题要及时上报并整改。

6.1.3 养护管理人员开展岸带陆生植物养护管理工作时的主要要求如下：

- a) 可结合工程区土壤结构进行适当改良，以提升土壤肥力促进植物生长与群落恢复；
- b) 及时清理、拔除岸边杂草，降低因水分、养分、光照竞争引发病虫害的概率；
- c) 定期松土并检测土壤肥力，松土作业应遵循离主干越近松土深度越浅的原则；
- d) 依据植物生长状况对其进行适当修剪，清除枯枝、病残枝、过密枝，确保疏密有序。

6.1.4 养护管理人员开展水生植物养护管理工作时的主要要求如下：

- a) 及时打捞、清除位于水体表面与滨岸带的废弃物、漂浮物、杂草、植物残体；
- b) 视植物生长情况对枯黄、枯死、倒伏、过密、扩张性等植株进行及时修剪与扶培；
- c) 针对成活率不能达到设计要求的水生植物要进行补种作业；
- d) 如遇台风、暴雨等非正常天气，要及时检查并补种如挺水、沉水等水生植物；

6.1.5 定期巡查，有效开展病虫害防治工作，遵循以防为主、以治为辅的原则，若出现病虫害现象应综合采取生物、物理、化学等多种防治措施。

6.1.6 水生植物养护过程中应依据目的合理安排收割时间，若收割以二次污染控制为目标则建议泥面上 20 cm 以上部分收割，若收割以群落管理为目标则建议沿水面收割（水深>50 cm 时）与泥面上 30 cm 以上部分收割（水深<50 cm 时）两种方式。

6.1.7 如需进行水生植物补种作业，不同类型植物栽种方式建议如下：

a) 浅根系沉水植物宜采用土壤-植株复合体直接抛植，或采用无纺布包裹种植土和植株根部抛掷水中；

b) 深根系沉水植物宜采用容器育苗种植法；若出现目标水域透明度不佳或要求种植后立即见效等特殊情况，可直接移种营养板中长势茁壮的植物幼苗；

c) 挺水植物的恢复需先做平整处理，并进行水下地貌塑型，造成一个整体相对平整、局部高程有起伏的水下地形。

6.1.8 如需进行植物群落配置重新规划作业，建议基于植物季节性演替规律，以相近的健康湖滨带群落结构为参考，遵循本地种优先、最小风险、最大效益的原则，构建多物种、多层次、稳定高效的植物群落。

6.2 水生动物群落调控与管理

6.2.1 定期观察工程区内鱼类、底栖动物的生长和死亡状况，为补投种类与数量提供参考。

6.2.2 依据水生动物群落间的数量配比，合理进行监管与调控，以防种群单一或失衡。

6.2.3 如需开展群落调控作业，各类水生动物配置与投放要求如下：

a) 投放作业前要先设置网隔，并清理网隔区域内的鱼类；

b) 鱼类投放物种建议以肉食性为主，如乌鳢、鳊鱼、鳙鱼、大口鲶等；底栖动物物种建议圆田螺、环棱螺、皱纹冠蚌、三角帆蚌、无齿蚌等；

c) 投放肉食性鱼类前可先投放鲫、鳊、鲢、泥鳅、棒花鱼等其它鱼类；

d) 底栖动物宜分批多次放养，根据生长情况确定是否继续投放，避免因过量死亡造成二次污染。

6.3 湖滨基底与湿地运维管理

6.3.1 对基底工程区内的水文、泥沙、水下地形、滩涂、围埝等要素实施定期观察与测量，掌握并记录相关情况。

6.3.2 定期巡查基底工程区内水文观测设施的运行情况；管理过程中为保持基底修复区滩面的平整均匀，进行底泥吹填过程应勤移排泥管口，降低管口水流速度。

6.3.3 定期监测湿地系统水位与水质，观察记录湿地植物生长与系统运行情况。

6.3.4 根据系统运行效果及时更换基质填料，适当调控工程区水位，夏季暴雨期避免长时间高水位淹没，秋季干旱期增加补水作业以避免岸床枯竭。

6.3.5 视植物生长状况与季节适时开展收割作业，挺水植物建议地表 5 cm 以上部位，浮叶和沉水植物建议水面下 30 cm 部位。

6.3.6 及时清理、清除工程区范围内废弃物、杂草、枯枝落叶、植物残体，防止外来水生物种的侵袭与滋生。

6.3.7 秋冬低温环境中要做好湿地系统的保温措施，强化预处理单元以减轻系统的运行负荷，并定期进行冻土深度测试以掌握系统的运行状况。

7 浅水区水生植物恢复与水生态调控工程运行维护与管理

浅水区水生植物恢复与水生态调控工程指在浅水区范围内开展的以水生植物种植、群落优化、植物收割、生物入侵和虫害管理的修复工程，重点为对浅水区内的植物和生物进行优化与管理。

7.1 浅水区水生植物种植与群落优化

7.1.1 为有利于水生植物繁殖体固着和幼苗扎根，修复工程区域的湖底地形应相对平缓。

7.1.2 水生植物种植时间应按照不同植物的最适生长周期来播种，按照不同植物的性质选择合适的生长水域和工程水深。

7.1.3 浮叶植被、沉水植被和挺水植被的植物种类应根据不同水体的特性进行选取，并根据当地水环境和植物种类进行合理的空间排布与优化。

7.1.4 种植不宜过于拥挤，保证良好的通风光照条件。

7.2 浅水区水生植物的收割

7.2.1 冬季来临前或水生植物量较大时，应对植被实施收割，收割一般在 11 月份进行。

7.2.2 挺水植物应完全收割，浮叶、沉水植物可不进行收割，应以打捞死亡残体为主，对于浮叶植物堆积区应重点打捞。

7.3 生物入侵与虫害管理

7.3.1 可通过改变环境条件来控制入侵物种的生物量。

7.3.2 宜在繁殖期间对入侵物种进行捕捞，通过减少繁殖群体的数量来控制入侵物种的生物

量。

7.3.3 应密切监测植株生长情况，及时清除病株，消除病原。一旦预防虫害失败后，应根据不同致病昆虫的生理特性，及时采用药剂喷杀、物理清除虫卵或黑光灯诱捕的方法控制虫害。

8 蓝藻水华控制工程运行维护与管理

蓝藻水华控制工程指在水体区域范围内，降低区域内水体的富营养化，对蓝藻水华的含量进行宏观调控，以减少蓝藻水华爆发的可能性。

8.1 应加强蓝藻水华预警监测，主要监测项目应包括水温、浊度、pH、溶解氧、蓝藻数量、蓝藻密度、叶绿素、总氮、总磷等。

8.2 蓝藻水华预警监测点位选择应能全面反映监测水域的水质状况，且不影响景观、航运、船舶停靠等。

8.3 应定期监测水体中鱼类总体生物量，并控制在合适比例。

8.4 为降低浮游植物的数量，控制其过量繁殖，可通过放养肉食性鱼类或直接捕杀等方法去除以浮游动物为食的鱼类，提高对浮游植物的摄食效率。

8.5 可通过全湖投放鲢鳙等滤食性鱼类直接摄食控制蓝藻等浮游生物。

8.6 对监测显示蓝藻含量过多或底泥超表示，可进行底泥疏浚，交由专门公司进行底泥疏浚。

8.7 蓝藻爆发时对死亡水生动物和蓝藻需要进行及时打捞，以避免二次污染。

9 修复工程监测与调控

9.1 一般规定

9.1.1 应保持监测工作的系统性和连续性，全年每月采样监测不低于 1 次，记录并保存相应原始数据。

9.1.2 明确日常监测频次与内容，例行巡查时间不少于一个季度两次。

9.1.3 每次监测结束后，应及时对记录资料进行计算及整理。

9.1.4 监测成果初步分析环节，如发现监测精度不符合要求，应立即重测；如发现异常情况，应查明原因并报上级主管部门，同时应采取必要改进措施并进行重测。

9.1.5 应定期对监测人员和机构进行指导培训，监测设施应每年进行率定和校测 1 次。

9.2 水质指标监测

9.2.1 水质监测指标应符合 GB3838-2002 规定，水样采集应具有代表性，能反映湖泊整体或区域水质在时空上的变化规律，监测点位布设、采样方法、采样频率可参考 HJ494-2009。

9.2.2 水质监测指标可根据湖泊所在流域特点增补相应指标，如矿化度、浊度等。

9.2.3 应根据湖泊时空变化规律，设置相应的监测断面；并视水质的分布情况，布设采样垂线和采样点，初步采样间隔设置为 2 月一次。

9.2.4 检测方法的选择应以人工采样、实验室分析为主，移动式现场快速监测为辅，并应现场监测、常规监测与应急监测相结合。

9.2.5 样品分析过程中，质量监督员应随时查看校准曲线、空白值、平行样、土壤标准样品等检测数据，必要时通过添加密码样等措施，对实验室内分析质量进行监控和管理。

9.2.6 实验分析过程中若发现有异常数据，应及时检查原因或对异常数据进行复检验证，数据修约规则应符合 GB/T 8170-2008 的规定。

9.3 生物和底质指标监测

9.3.1 生物监测指标应重点关注浮游植物、浮游动物、底栖生物、大型水生维管束植物及鱼类等，主要测定指标为生物量、优势种、多样性指数、完整性指数。

9.3.2 生物调查时应记录保护物种及外来物种入侵情况，湖滨带生物调查方法可参考《湖泊富营养化调查规范》。底栖动物标本处理和分析方法应按《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》规定的海岸带生物调查方法进行。

9.3.3 种类鉴定环节，应对营养类型划分有指示意义的种类鉴定到种或至少鉴定到属，优势种类必须鉴定到种。

9.3.4 底质监测指标主要包括 pH 值、氧化还原电位、总氮、总磷、有机质、氨氮、硝氮、生物可利用性磷等。

9.4 应急监测

9.4.1 应做好突发性事故和非正常运行条件下的应急监测预案。

9.4.2 建立管辖范围内应急监测工作手册、应急监测数据库和应急监测地理信息系统。

9.4.3 应定期组织应急监测人员进行技术培训与演习。

9.4.4 应做好应急监测方法和监测仪器的筛选，仪器、设备的计量检定和试剂、车辆等后勤保障工作。

9.5 工程运行记录与调控

9.5.1 工程运行记录应如实反映工程设备、设施、工艺及生产运行情况。

9.5.2 记录应由相关人员审核无误并签名确认后方可按月归档。

9.5.3 交班人员应做好巡视维护、工艺及机组运行、责任区卫生及随班各种工具使用情况等记录，接班人员应对交班情况做接班意见记录，遇到异常情况，应在交接班记录中详细记录。

9.5.4 建立反馈机制，将监测过程中发现的异常情况及时反馈到工程运行维护与管理部门，并根据监测结果对工程运行参数进行相应的改进和完善，以达到满足工程运行目标的要求。

附件

浅水区可选植物以及培育养护要求：

- 1 苦草种子播种期宜在4月初至5月上旬，工程区水深宜为4.5 m~7.0 m。
- 2 黑藻芽孢播种期宜在3月下旬至4月下旬，宜播撒在底质为软泥或淤泥的水域，工程区水深宜为2.5 m~4.5 m。
- 3 海菜花幼苗移栽期宜在4月初至5月上旬，宜移栽在底泥为软泥和沙质粘土的水域，工程区水深宜为0.85~1.5m。
- 4 挺水植被的植物种类应以芦苇、莲、香蒲、黑三棱、水葱、菖蒲和慈姑为主，空间布局应以芦苇和莲为主，香蒲呈斑块嵌于芦苇分布区的外边缘，水葱呈斑块分布，黑三棱、菖蒲和慈姑呈细带状分布。
- 5 浮叶植被的植物种类应以菱、荇菜、水鳖、睡莲为主，空间布局应以菱和水鳖为主，荇菜呈斑块或成片分布，睡莲呈斑块分布。
- 6 沉水植被的植物种类应以苦草、黑藻、海菜花、马来眼子菜、光叶眼子菜为主，空间布局应以苦草和黑藻为主，马来眼子菜和光叶眼子菜呈斑块镶嵌于苦草和黑藻群落中，近岸以海菜花呈斑块分布。