

T/LCH

中国长城绿化促进会团体标准

T/LCH XXXX—XXXX

河湖水生生态修复工程效果评估技术规范

Technical specification for effect evaluation of river and lake ecological restoration projects

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国长城绿化促进会 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	1
4 评估原则	2
4.1 科学性原则	2
4.2 系统性原则	2
4.3 针对性原则	2
4.4 可操作性原则	2
4.5 持续性原则	2
5 评估范围与时段	2
5.1 评估范围	2
5.2 评估时段	2
6 评估流程	3
7 评估指标体系	3
7.1 一级指标：水质状况（权重 35%）	3
7.2 一级指标：底泥状况（权重 20%）	3
7.3 一级指标：水生生物状况（权重 25%）	4
7.4 一级指标：生态功能（权重 20%）	4
8 评估方法	5
8.1 基础资料收集方法	5
8.2 现场监测方法	5
8.3 指标计算方法	5
8.4 综合评估方法	5
9 评估等级	5
10 评估报告编制	6
10.1 报告内容	6
10.2 报告要求	6
附录 A（规范性） 评估指标计算方法	7
A.1 多样性指数计算方法	7
A.2 水质达标率计算方法	7
A.3 水质波动系数计算方法	7
A.4 植被覆盖率计算方法	7

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。

本文件由河南乐研能源科技有限公司提出。

本文件由中国长城绿化促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

河湖生态修复工程效果评估技术规范

1 范围

本文件规定了河湖生态修复工程效果评估的术语和定义、评估原则、评估范围、评估流程、评估指标体系、评估方法、评估等级、评估报告编制等内容。

本文件适用于各类河流、湖泊、水库等水体生态修复工程（包括但不限于岸线生态化改造、底泥清淤、水生生物恢复、水质净化、生态缓冲带建设等）的效果评估工作，涵盖工程施工结束后短期（1年内）、中期（1-3年）、长期（3年以上）的评估，可作为团体成员开展河湖生态修复工程效果评估、验收及后续运维优化的依据。

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 11607 渔业水质标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准

GB/T 25173 水域纳污能力计算规程

HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境

HJ 199 水质 总氮的测定 气相分子吸收光谱法

HJ 535 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法

SL 219 水环境监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

河湖生态修复工程

采用物理、化学、生物及生态组合技术，对受损的河湖水体、岸线、底泥、水生生物群落等进行修复，恢复河湖生态系统结构完整性、功能稳定性和自我修复能力的各类工程的总称。

3.2

效果评估

通过科学的监测、调查和分析方法，对照修复工程目标，对工程实施后河湖生态系统的结构、功能、质量及可持续性等方面的改善程度进行综合评价的过程。

3.3

生态系统健康

河湖生态系统能够维持自身结构完整、功能正常，具有较强的自我调节能力和抗干扰能力，能够为人类提供生态服务的状态。

3.4

水生生物群落

生活在河湖水体中，由浮游植物、浮游动物、底栖生物、水生维管束植物、鱼类及其他水生生物组成的生物群体，及其相互之间的关系。

3.5

生态缓冲带

位于河湖岸线周边，由植被、土壤、微生物等组成，能够拦截污染物、减缓水流、保护岸线、维持生物多样性的过渡区域。

3.6

底泥生态清淤

在不破坏河湖底栖生态系统的前提下，清除水体底部污染底泥，减少底泥污染物释放，改善水体环境质量的工程措施。

4 评估原则

4.1 科学性原则

评估指标、监测方法、评价标准应符合国家相关法律法规、标准规范及生态学原理，数据来源真实可靠，分析方法科学合理，确保评估结果客观、准确。

4.2 系统性原则

应全面考虑河湖生态系统的整体性，涵盖水质、底泥、水生生物、岸线、生态功能等多个维度，兼顾工程短期效果与长期可持续性，避免片面性评价。

4.3 针对性原则

结合修复工程的类型、目标、规模及河湖原有生态状况，针对性设置评估指标和评估重点，确保评估结果能够反映工程实际修复效果。

4.4 可操作性原则

评估指标应简洁明了、易于监测，评估方法简便可行，数据获取成本合理，便于团体成员及相关单位实际应用和操作。

4.5 持续性原则

结合工程生命周期，开展短期、中期、长期动态评估，跟踪河湖生态系统的恢复趋势，为工程后续运维优化提供依据。

5 评估范围与时段

5.1 评估范围

评估范围根据工程实际情况，可适当扩大评估范围，确保评估的全面性。应覆盖整个河湖水生态修复工程的实施区域，包括：

- 修复水体范围：包括河流、湖泊、水库等修复工程涉及的全部水域，涵盖水体表层、中层、底层及周边汇水区域；
- 岸线及生态缓冲带范围：修复工程实施的岸线改造、生态缓冲带建设区域，包括岸线周边植被覆盖区、土壤改良区等；
- 配套设施范围：修复工程配套的水质净化设施、监测设施、补水设施等所在区域。

5.2 评估时段

对于小型修复工程，可根据实际情况简化评估时段，至少开展短期和中期评估。结合工程实施进度开展：

- 短期评估：工程施工结束后 1 年内，重点评估工程施工质量及生态系统的初步恢复效果；
- 中期评估：工程施工结束后 1-3 年，重点评估生态系统结构和功能的恢复稳定性，验证修复目标的实现程度；
- 长期评估：工程施工结束后 3 年以上，重点评估生态系统的自我修复能力、可持续性及生态服务功能的发挥情况。

6 评估流程

河湖生态修复工程效果评估应遵循以下流程，确保评估工作有序开展：

- 评估准备：明确评估目标、范围、时段及评估重点，收集工程相关资料（包括工程设计文件、施工记录、监测数据等），组建评估团队，制定评估方案；
- 基础调查与监测：开展现场调查，采集水质、底泥、水生生物、岸线等相关指标的监测数据，核实工程实施情况；
- 指标计算与分析：对监测数据进行整理、计算，分析各项评估指标的达标情况，对比修复前后的变化趋势；
- 综合评估：结合评估指标体系，采用科学的评估方法，对工程修复效果进行综合评分，确定评估等级；
- 问题分析与建议：针对评估中发现的问题，分析原因，提出工程后续运维优化建议；
- 报告编制：整理评估数据、分析结果及建议，编制评估报告，完成审核、定稿。

7 评估指标体系

评估指标体系分为 4 个一级指标、12 个二级指标、30 个三级指标，涵盖水质、底泥、水生生物、生态功能四个维度，根据工程类型可适当调整指标及权重。

7.1 一级指标：水质状况（权重 35%）

7.1.1 二级指标：常规水质指标（权重 15%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：pH 值、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD₅）、氨氮（NH₃-N）、总氮（TN）、总磷（TP）、透明度。
- 评价依据：GB 3838 地表水环境质量标准，结合工程修复目标确定达标要求。

7.1.2 二级指标：特殊污染物指标（权重 10%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：重金属（汞、镉、铅、铬等）、挥发性有机物（VOCs）、石油类（根据工程污染特征选择）；
- 评价依据：GB 3838、GB/T 14848 及相关行业标准。

7.1.3 二级指标：水质稳定性（权重 10%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：水质达标率、水质波动系数；
- 评价方法：统计评估时段内水质达标次数占总监测次数的比例，计算水质指标的变异系数反映波动情况。

7.2 一级指标：底泥状况（权重 20%）

7.2.1 二级指标：底泥理化性质（权重 8%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：pH 值、有机质含量、含水率、孔隙度。
- 评价依据：结合工程修复目标及区域底泥背景值确定评价标准。

7.2.2 二级指标：底泥污染物含量（权重 8%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：总氮、总磷、重金属、石油类；
- 评价依据：参照 GB 15618 及相关行业标准。

7.2.3 二级指标：底泥生态状况（权重 4%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：底栖生物栖息环境质量、底泥疏浚效果；
- 评价方法：通过底栖生物多样性调查、疏浚区域底泥厚度监测，评估底泥生态状况改善程度。

7.3 一级指标：水生生物状况（权重 25%）

7.3.1 二级指标：浮游生物（权重 8%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：浮游植物种类数、密度、多样性指数；浮游动物种类数、密度、多样性指数；
- 评价方法：采用 Shannon-Wiener 多样性指数计算，结合修复前后的变化趋势评价。

7.3.2 二级指标：底栖生物（权重 7%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：底栖生物种类数、密度、生物量、多样性指数；
- 评价方法：通过现场采样、实验室分析，计算多样性指数，评估底栖生物群落恢复情况。

7.3.3 二级指标：水生维管束植物（权重 6%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：植物种类数、覆盖率、生物量、优势种占比；
- 评价依据：结合工程水生植物种植目标，评估植物存活及生长状况。

7.3.4 二级指标：鱼类（权重 4%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：鱼类种类数、密度、生物量、优势种占比；
- 评价方法：采用网捕、目视调查等方式，结合修复前后鱼类群落结构的变化评价。

7.4 一级指标：生态功能（权重 20%）

7.4.1 二级指标：岸线生态状况（权重 6%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：岸线植被覆盖率、岸线稳定性、生态缓冲带宽度及质量；
- 评价方法：通过现场勘查，测量岸线植被覆盖面积、缓冲带宽度，评估岸线抗侵蚀能力。

7.4.2 二级指标：水文生态功能（权重 5%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：水流速度、水位稳定性、水体连通性；
- 评价依据：结合工程水文调控目标，评估水文条件对生态系统的支撑作用。

7.4.3 二级指标：自我修复能力（权重 5%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：生态系统抗干扰能力、生物群落自然恢复速率；
- 评价方法：通过监测生态系统对外部干扰（如降雨、污染物输入）的响应，评估其自我调节能力。

7.4.4 二级指标：生态服务功能（权重 4%）

应包括以下指标内容和评价依据：

- 三级指标：水质净化能力、生物多样性维持能力、景观改善效果；
- 评价方法：结合监测数据及现场调查，综合评估生态系统提供的各项服务功能。

8 评估方法

8.1 基础资料收集方法

收集工程设计文件、施工记录、监测报告、环境影响评价报告、区域河湖生态背景资料等，应采用文献查阅、资料核实、座谈访谈等方式，确保资料的完整性和真实性。

8.2 现场监测方法

8.2.1 水质监测

按照SL 219、HJ 2.3及相关监测标准的要求，设置监测断面和监测点，监测频率根据评估时段确定（短期评估每月1次，中期每季度1次，长期每半年1次），宜采用现场监测与实验室分析相结合的方式，测定各项水质指标。

8.2.2 底泥监测

采用采样器采集底泥样品，采样深度根据底泥厚度确定，每个监测点采集3个平行样品，送实验室分析底泥理化性质及污染物含量；通过底栖生物采样器采集底栖生物样品，鉴定种类、计数并计算生物量。

8.2.3 水生生物监测

浮游生物采用浮游生物网采集，实验室镜检鉴定种类、计数；水生维管束植物采用样方法调查，测量覆盖率、生物量；鱼类采用网捕、电捕等方式调查，记录种类、数量及规格。

8.2.4 岸线及生态缓冲带监测

采用现场勘查、无人机航拍、GPS定位等方式，测量岸线植被覆盖率、生态缓冲带宽度，评估岸线稳定性及缓冲带质量。

8.3 指标计算方法

各项评估指标的计算按照相关标准及本标准附录A的规定执行，其中多样性指数、水质达标率、波动系数等关键指标的计算方法如下：

- Shannon-Wiener 多样性指数： $H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$ ，其中 P_i 为第 i 种生物的个体数占总个体数的比例， s 为生物种类数；
- 水质达标率：达标率 = 达标监测次数 / 总监测次数 × 100%；
- 水质波动系数： $CV = \sigma / \mu$ ，其中 σ 为指标监测数据的标准差， μ 为指标监测数据的平均值。

8.4 综合评估方法

采用层次分析法结合模糊综合评价法，对工程修复效果进行综合评估，步骤如下：

- a) 确定各层级指标权重（参照本标准 7.1-7.4 的权重分配，可根据工程实际调整）；
- b) 对各三级指标进行标准化处理，将监测数据转化为评价分值（0-100 分）；
- c) 采用加权求和法，计算二级指标、一级指标及综合评估得分；
- d) 根据综合评估得分，确定评估等级。

9 评估等级

9.1 分级

根据综合评估得分，将河湖水生态修复工程效果评估等级分为优秀、良好、合格、不合格四个等级。对于评估等级为不合格的工程，应分析原因，提出整改方案，整改完成后重新开展评估。具体划分标准如下：

- 优秀：综合得分 ≥ 90 分，工程修复效果显著，河湖生态系统结构完整、功能稳定，完全达到修复目标，具备较强的自我修复能力和可持续性；
- 良好：80分 \leq 综合得分 < 90 分，工程修复效果较好，河湖生态系统结构基本完整、功能基本稳定，基本达到修复目标，自我修复能力较强；
- 合格：60分 \leq 综合得分 < 80 分，工程修复有一定效果，河湖生态系统结构和功能有所改善，基本满足修复目标的最低要求，自我修复能力一般；
- 不合格：综合得分 < 60 分，工程修复效果不明显，河湖生态系统结构和功能未得到改善，未达到修复目标，甚至出现恶化趋势。

10 评估报告编制

10.1 报告内容

评估报告应完整、规范，主要包括以下内容：

- a) 前言：说明评估背景、评估目的、评估范围、评估时段、评估依据及评估团队；
- b) 工程概况：简述河湖水生态修复工程的基本情况，包括工程位置、规模、修复目标、施工内容、施工周期等；
- c) 评估方法：详细说明评估流程、监测方法、指标计算方法及综合评估方法；
- d) 监测结果与分析：呈现各项评估指标的监测数据，分析指标达标情况及修复前后的变化趋势；
- e) 综合评估结果：计算综合评估得分，确定评估等级，总结工程修复效果；
- f) 问题分析与建议：分析评估中发现的问题及原因，提出工程后续运维优化、生态系统持续改善的具体建议；
- g) 结论：明确工程修复效果的综合评价结论；
- h) 附录：包括监测数据记录表、指标计算过程、相关佐证资料等。

10.2 报告要求

- 数据真实可靠，分析科学合理，结论明确清晰，建议具有可操作性；
- 格式规范，层次分明，语言简洁准确，符合标准化文件的编写要求；
- 报告应加盖评估单位公章，由评估负责人签字确认；
- 评估报告应及时归档，作为工程验收、后续运维及同类工程参考的依据。

附录 A (规范性) 评估指标计算方法

A.1 多样性指数计算方法

浮游生物、底栖生物多样性指数采用Shannon-Wiener多样性指数计算，公式如下：

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

式中：

- H' ——Shannon-Wiener 多样性指数；
- P_i ——第 i 种生物的个体数占该类生物总个体数的比例 ($P_i = N_i/N$)；
- N_i ——第 i 种生物的个体数；
- N ——该类生物的总个体数；
- s ——该类生物的种类数。

A.2 水质达标率计算方法

水质达标率计算公式如下：

$$\text{达标率} = \frac{\text{达标监测次数}}{\text{总监测次数}} \times 100\%$$

式中：

- 达标监测次数——评估时段内，监测指标达到 GB 3838 及修复目标要求的次数；
- 总监测次数——评估时段内，该指标的总监测次数。

A.3 水质波动系数计算方法

水质波动系数计算公式如下：

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

式中：

- CV ——水质波动系数；
- σ ——该指标监测数据的标准差；
- μ ——该指标监测数据的平均值。

A.4 植被覆盖率计算方法

植被覆盖率计算公式如下：

$$\text{植被覆盖率} = \frac{\text{植被覆盖面积}}{\text{评估区域总面积}} \times 100\%$$

式中：

- 植被覆盖面积——评估区域内，植被实际覆盖的面积（采用无人机航拍或样方法测量）；
- 评估区域总面积——岸线或生态缓冲带的总评估面积。