ICS 编号
CCS 编号

团　体　标　准

T/CTESGS XXX—20XX

大中型水库消落带保护与治理技术规程

Technical Guidelines for protection and control of water-level-fluctuation zone in the large and medium scale reservoirs

（报批稿）

20XX-XX-XX 发布　　20XX-XX-XX 实施

长江技术经济学会　发布

目　次

前言 1
1 范围 2
2 规范性引用文件 2
3 术语和定义 3
4 消落带生态环境调查与问题分析 4
4.1 一般规定 4
4.2 生态环境调查 4
4.3 生态环境状况分析 8
5 消落带保护与治理总体设计 8
5.1 一般原则 8
5.2 工作流程 9
5.3 总体设计要求 9
5.4 消落带分区确定 10
6 消落带生态保护 11
6.1 一般规定 11
6.2 生态保护 11
7 消落带生态修复 12
7.1 一般规定 12
7.2 基底改良 12
7.3 植被恢复 13
8 消落带综合治理 14
8.1 一般规定 14
8.2 库岸防护 14
8.3 硬质护岸生态化改造 15
8.4 环境综合整治 15
9 消落带管护 15
9.1 日常管护措施 15
9.2 信息化管理措施 16
10 实施效果评估 16
10.1 一般规定 16
10.2 效果评估 16
附录 A 资料信息表 17
附录 B 消落带类型划分 18
附录 C 植物调查记录及数据处理分析 19
附录 D 土壤侵蚀模数分级标准 20
附录 E 库岸边坡稳定性评分标准 21
附录 F 消落带常见植物及其特性 22
参考文献 24

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。

本文件共10章6个附录，主要包括如下内容：

——消落带生态环境调查与问题分析；

——消落带保护与治理总体设计；

——消落带生态保护；

——消落带生态修复；

——消落带综合治理；

——消落带管护；

——实施效果评估。

本文件为全文推荐。

主 编 单 位：水利部中国科学院水工程生态研究所，南水北调中线水源有限责任公司

参 编 单 位：三峡大学，中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所

主要起草人员：李德旺 李 飞 张志永 刘正兵 邹 曦 李全宏 胡 莲 曹俊启 郑志伟 蒋 蓉 陈小娟 谈华炜 汪红军 付建军 龚昱田 郭武山 袁玉洁 陈泽涛 唐海滨 朱利明 张道熙 张乐群 程靖华 陈正友 张保华 张 伊 支远哲 夏振尧 肖 海 鲍玉海

主要审查人员：徐德毅 杨中华 胡红青 王 超 杨荣华 周 晖 赵良元 刘文治 雷俊山 刘 瑛 蔡玉鹏 雷 波

本文件由长江技术经济学会负责管理，由水利部中国科学院水工程生态研究所负责具体技术内容解释。本文件在执行过程中，如有意见或建议，请反馈给长江技术经济学会（地址：湖北省武汉市江岸区黄浦大街23号，邮编：430010，电子邮箱：tb@cjxh.org.cn），以供今后修订时参考。

本文件由长江技术经济学会归口。

大中型水库消落带保护与治理技术规程

1 范围

1.0.1 本文件规范了大中型水库消落带保护与治理中生态环境调查、生态保护、生态修复、综合治理、管护与实施效果评估等方面的通用技术要求。

1.0.2 本文件适用于国内大中型水库消落带保护与治理，小型水库的消落带保护与治理可参照执行。

2 规范性引用文件

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

GB 9834 土壤有机质测定法

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 21010 土地利用现状分类

GB 50487 水利水电工程地质勘察规范

DL/T 5057 水工混凝土结构设计规范

HJ 632 土壤总磷的测定 碱熔-钼锑抗分光光度法

HJ 710.1 生物多样性观测技术导则 陆生维管植物

HJ 710.3 生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物

HJ 710.4 生物多样性观测技术导则 鸟类

HJ 710.5 生物多样性观测技术导则 爬行动物

HJ 710.6 生物多样性观测技术导则 两栖动物

HJ 962 土壤 pH 值的测定 电位法

HJ 1168 全国生态状况调查评估技术规范 草地生态系统野外观测

LY/T 1225 森林土壤颗粒组成（机械组成）的测定

NB/T 10138 水电工程库岸防护工程勘察规程

NB/T 10497 水电工程水库塌岸与滑坡治理技术规程

NY/T 53 土壤全氮测定法（半微量开氏法）

NY/T 1121.1 土壤检测第 1 部分：土壤样品的采集、处理和贮存

NY/T 1121.4 土壤检测第 4 部分：土壤容重的测定

NY/T 3824 流域农业面源污染监测技术规范

SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准

SL 592 水土保持遥感监测技术规范

SL/T 800 河湖生态系统保护与修复工程技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.0.1 大中型水库 large and medium scale reservoir

指水库总库容≥$0.1\times10^8m^3$，或发电装机容量≥50MW 的水库，可根据水利水电工程规模、效益和在经济社会中的重要性，按照 SL 252 规定确定大中型水库。

3.0.2 水库消落带 water-level-fluctuation zone

又称为消落区、消涨带、涨落区等，是水库运行水位周期性涨落形成的水陆交错带，呈交替淹没和出露特点，具有涵养水源、固碳释氧、保育生物多样性、美化景观等多种生态服务功能。

3.0.3 样地 plot

为开展观测所选定的一定范围、能代表植物群落基本特征（如种类组成、群落结构、外貌以及数量特征等）的地段。

3.0.4 样带 belt transect

为观测水库蓄水对群落特征的影响程度而设置的具有确定边界和面积的带状观测单元。

3.0.5 样方 quadrat

在样带中，根据群落性质和观测目的，用于观测群落特征而设置的具有确定边界和面积的抽样观测单元。

3.0.6 优势种 dominant species

对群落结构和环境的形成有明显控制作用的物种。

3.0.7 消落带生态保护 ecological protection in the water-level-fluctuation zone

为了维护消落带自然状况，通过设立界牌界桩、封育等措施，避免人类活动干预，促进

消落带自然发育的过程。

3.0.8 消落带生态修复 ecological restoration in the water-level-fluctuation zone

为了恢复、改善已退化或受到破坏的消落带区域，采取基底改良、植被恢复等技术措施，实现消落带近自然恢复的过程。

3.0.9 消落带综合治理 comprehensive control in the water-level-fluctuation zone

在库岸稳定性差、易发生地质灾害或库周人口密集的消落带区域，采取库岸防护、硬质库岸生态化改造等技术措施，实现消落带库岸稳定，提升生态服务功能的过程。

4 消落带生态环境调查与问题分析

4.1 一般规定

4.2 资料收集

4.1.1 收集的资料应包括水库功能定位、调度运行方式、水库特征参数（汛限水位、设计洪水位、校核洪水位、正常蓄水位、死水位等）、水位变动规律、淹没范围等水库工程概况资料。具体应满足附录 A 有关要求。

4.1.2 应收集流域及消落带所在区域的气候气象、水文、地形地质、土壤、生物等自然地理情况，人口、城集镇等社会经济情况。

4.1.3 应收集涉及水库消落带范围的环境敏感区分布情况、岸线保护与利用规划、国土空间规划、生态保护规划等相关规划资料，具体包括但不局限于专题图件、遥感影像、统计年鉴等；消落带生态环境相关监测数据及技术报告等。

4.2 生态环境调查

4.2.1 消落带类型及调查方法

a）消落带类型

1）根据水库消落带时空分布的异质性和 GB/T 21010 有关规定，将消落带划分为草地、林地、耕地、交通运输用地、水利设施用地、裸地，具体详见附录 B.1。

2）根据地形坡度，将消落带分为平坡型、缓坡型、斜坡型、陡坡型、急坡型、险坡型，具体详见附录 B.2。

3）根据消落带地表基质，将消落带划分为岩石、砾质、土质等类型。

b）调查方法

1）遥感调查法，利用多光谱遥感影像的光谱特征，参考遥感解译标志，从色彩、纹理、形态、位置及邻域关系等方面综合判读消落带土地利用类型。由于消落带多呈狭长地带性特征，宜采用分辨率大于 5m 的遥感影像。

2）实地调查法，采用实地查勘，获取图斑的地类、位置、范围、面积等。

4.2.2 生境特征调查

a）调查内容

调查内容应包括海拔、地形坡度、土壤性质（土壤容重、土壤颗粒组成、pH、有机质、全氮、全磷等）。

b）调查方法

各项指标调查方法满足下列要求：

1）海拔，

用海拔仪测定每个观测样方中心点的海拔。

2）地形坡度，用激光测距仪测定样地所在的平均坡度。用多功能坡度仪测定每个调查样方的平均坡度。

3）土壤性质，土壤样品的采集按照 NY/T 1121.1 相关要求执行，每条样带混合为一个样品。土壤容重、颗粒组成、pH、有机质、全氮、全磷等指标测定依次按照 NY/T 1121.4、LY/T 1225、HJ 962、GB 9834、NY/T 53、HJ 632 等相关要求执行。

4）其他指标，根据实际情况，按照 GB 15618 相关要求调查消落带土壤重金属含量和有机污染物含量。

4.2.3 植被特征调查

a）调查内容

调查内容应包括物种名称、种高度、种盖度和样方生物量等，调查内容详见附录 C。

b）调查样地及样带设置

调查样地及样带设置符合下列要求：

1）样地应具有代表性，应包含所有的典型群落，如草地、灌草丛等。

2）样地应包含库首、库中、库尾，干流、支流和孤岛消落带。

3）样地大小和形状应能够反映集合群落的组成和结构。

4）样地设置应选择在生态系统类型一致的平地或相对均一的缓坡面上。

5）样带设置应能反映水库调度运行的影响强度，一般不少于 3 个样带，分别代表高度胁迫区域（即低高程区域，水淹较深，持续时间长）、中度胁迫区域（即中高程区域，水淹深度和持续时间中等）、低度胁迫区域（即高高程区域，水淹较浅，持续时间短）。

6）样带设置应能反映地形坡度对植被及水土侵蚀的影响程度。

c）调查样方设置

每个样地不少于 9 个重复样方（每个样带不少于 3 个重复样方），样方间距不小于 10m，一般样方大小为 1m×1m。若调查样地草地呈斑块状、较为稀疏或有高大草本植物，应扩大至 2m×2m。

若调查样地存在灌木和乔木，调查样方大小为 20m×20m，或 10m×20m。

d）调查指标测定方法

调查指标测定方法符合如下要求：

1）种高度和种盖度测定可按照 HJ710.1 相关要求执行。

2）样方生物量测定可按照 HJ 1168 相关要求执行。

3）植物个体应鉴定到种水平。

4）优势种，优势度大于 0.02 的物种为群落优势种，优势度的计算详见附录 C。

e）调查时间和频次

调查时间为消落带出露期，一般在植物生长旺盛期进行，时间一旦确定，应保持不变，利于对比年际间数据。一般每年调查 1 次，可因调查目的或科学研究需要，在原有调查频率的基础上增加频次。

4.2.4 动物调查

a）调查内容

调查内容应包括两栖类、爬行类、小型哺乳类、鸟类等动物种类、数量、密度和分布特征。

b）调查方法

1）访问调查法

在周边人口密集的区域，访问当地居民，记录项目区域存在的动物种类、数量和分布情况等。

2）实地调查法

实地调查法有关要求如下：

通过样线法和抓捕法获取两栖类和爬行类动物信息，可按照 HJ710.6 和 HJ710.5 相关要求进行。

通过铗日法监测小型哺乳动物的信息，可按照 HJ710.3 相关要求进行。

通过样线法和样点法调查鸟类信息，可按照 HJ710.4 相关要求进行。

c）调查时间和频次

在消落带出露期调查两栖类、爬行类、小型哺乳动物、鸟类等动物活动 2 次，一般在动物生长旺盛期调查 1 次，消落带淹没前调查 1 次。

4.2.5 人类活动状况调查

a）调查内容

调查内容应包括护岸、港口码头、取排水口、跨（穿）江设施、生态景观工程等人类建设活动。

b）调查方法

1）资料收集法。收集已经实施的省市及区县生态环境、城乡建设、交通运输、水行政等相关部门（单位）的岸线保护与利用工程情况。

2）实地调查法。通过实地查勘、现场观察、调查走访，对排污口、岸线利用、边坡变化等情况进行全面调查。

c）调查时间和频次

根据消落带保护与治理需求和目标，一般开展人类活动调查 1-2 次。

4.2.6 土壤侵蚀调查

a）调查内容

调查内容应包括项目区水土流失类型、面积、强度、分布、土壤侵蚀模数，以及对生产生活和生态环境造成的影响等。

b）调查方法

一般以遥感监测为主，建设类项目应以典型样地实地调查为主，并结合无人机航拍判定，可按照 SL 592 相关要求进行。

c）调查时间

遥感信息时间跨度应在 2 年之内。

4.2.7 面源污染调查

a）调查内容

调查内容应包括主要面源污染物种类、强度和分布规律等。

b）调查方法

消落带面源污染以农业种植及放牧为主，多呈零星分布。因此消落带面源污染调查以遥感调查为主，地面调查为辅。

c）调查时间和频次

可在消落带出露期调查 1 次。

4.2.8 库岸稳定性调查

a）调查内容

调查内容应包括岸坡物质组成信息（松散堆积物、浸水软化崩解泥质岩层等）、结构特征信息（块状、层状、散体）等。对工程建筑物、城镇和居民区环境有影响的滑坡、崩塌和其他潜在不稳定岸坡的分布、范围与规模及其危害程度。

b）调查方法

通过工程地质测绘进行浸没初判，根据项目需求，必要时通过综合物探法探测库岸滑坡体，可按照 GB 50487、NB/T 10138、SL 386 等相关要求进行。

c）调查时间和频次

应在消落带出露期和淹没期各调查 1 次。

4.3 生态环境状况分析

4.3.1 植物群落结构

采用 Shannon-Wiener 多样性指数反映消落带植物群落的生物多样性水平。多样性分析方法及分级标准详见附录 C。

4.3.2 水土流失

根据土壤流失方程计算消落带土壤侵蚀模数。土壤侵蚀模数分级及分级标准详见附录 D。

4.3.3 面源污染

应按照 NY/T 3824 相关要求，调查分析消落带农业面源污染分布情况及污染负荷。

4.3.4 库岸稳定性

通过获取库岸失稳区域的位置、数量、规模、形态、结构特征等信息，评价岸坡的稳定性，具体分析方法详见附录 E。

5 消落带保护与治理总体设计

5.1 一般原则

5.1.1 保护优先，系统修复

应遵循水库消落带自然生态系统演变规律，从生态系统整体性出发，保护优先，以自然恢复为主，人工修复为辅，采取保留保护、生态修复、综合治理等措施，保障消落带生态系

统功能良好发挥。

5.1.2 因地制宜，分类治理

应统筹水库消落带功能定位和保护治理目标，坚持问题导向、因地制宜、分类施策，结合不同类型、不同功能水库的实际运行调度要求，综合消落带出露时间、地形地质、生态类型等因素进行治理，必要时应分区域、分阶段治理。

5.1.3 严格管控，生态安全

应与自然资源、环境保护及水利等有关法律法规、政策规划相协调，衔接相关管控要求。遵循严格利用、协同防治原则，采取的治理措施应具有涵养水源、固土保肥、稳定库岸、提高栖息地生境质量等多种生态功能，确保水库防洪安全、工程安全、供水安全和生态安全。

5.2 工作流程

收集水库运行特征、自然地理、社会经济情况，以及相关规划、设计和监测资料；开展消落带类型及其生态环境特征调查，分析存在的生态问题，确定消落带分区，因地制宜开展消落带生态保护、生态修复、综合治理、管理维护、实施效果评估等，保障消落带良好生态功能，见图 1。

5.3 总体设计要求

5.3.1 应在确保水库运行安全、水质安全等前提下，从生物多样性保护、水质净化、水土保持、岸线稳定、运行管理等方面提出消落带保护与治理的目标。

5.3.2 应根据消落带保护与治理目标，结合消落带生态环境现状和生态问题，因地制宜实施以保留保护为主，生态修复和工程治理为辅的生态保护与治理模式。

5.3.3 优先选择技术成熟、生态效益好，建设成本合理、管理维护简单的保护和治理方案。

5.3.4 应根据不同治理模式特点、水位变动规律、植被生长特性等因素，合理安排施工时序。

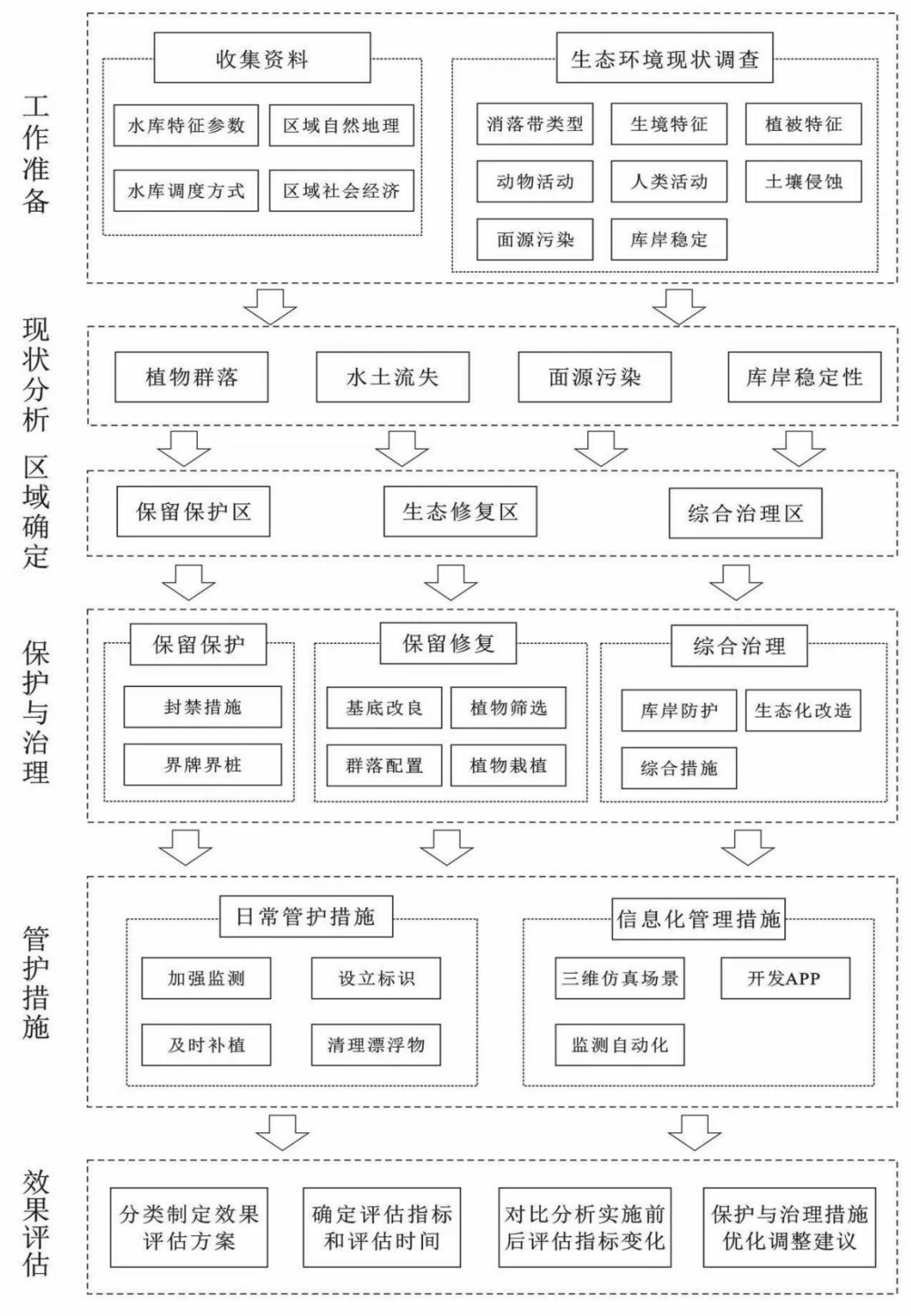


图 1 消落带保护与治理总体设计工作流程

5.4 消落带分区确定

5.4.1 保留保护区

满足如下一条要求的区域可确定为保留保护区：

a）位于县级及以上集中式饮用水源一级保护区的消落带。

b）位于国家级和省级自然保护区的核心区、一般控制区的消落带。

c）位于森林公园的核心景观区和生态保育区，以及湿地公园生态保育区的消落带。

d）位于水产种质资源保护区核心区的消落带。

e）岩石裸露、人烟稀少的消落带。

5.4.2 生态修复区

满足如下一条要求的区域可确定为生态修复区：

a）位于国家级和省级自然保护区的实验区的消落带。

b）位于饮用水水源保护区准保护区的消落带。

c）位于湿地公园恢复重建区的消落带。

d）位于城集镇、重要旅游风景区和人口密集的农村居民点周边的消落带。

5.4.3 综合治理区

满足如下一条要求的区域可确定为综合治理区：

a）库岸稳定性差、易发地质灾害的消落带。

b）毗邻城集镇和农村人口密集点周边的消落带。

c）城集镇总体规划、以及交通、水利、港口等专项规划拟利用的消落带。

6 消落带生态保护

6.1 一般规定

6.1.1 在确定为保留保护的消落带区域实施生态保护措施。

6.1.2 尽可能采取封禁方式进行自然恢复，促进自然发育。

6.1.3 除必要的科学试验外，在保留保护区内不应采集珍稀、濒危野生动植物。

6.2 生态保护

6.2.1 应对人为活动频繁的消落带区域，设置界碑界桩，充分发挥告知、指示、警告、宣传作用。

6.2.2 应减少在保留保护区内砍伐、放牧等人类活动。

6.2.3 应对临近消落带的道路、居民点等人为活动频繁区域，根据管理需要，设立标识牌和宣传牌，内容包括宣传相关法律、法规、政策以及注意事项。

6.2.4 根据工作需要，可利用遥感、无人机、视频监控等设备，对消落带进行智能化监管。

6.2.5 消落带保留保护区内出现生态环境问题，应采取近自然生态修复措施进行生态保护。

7 消落带生态修复

7.1 一般规定

7.1.1 应遵循因地制宜、技术可靠、经济合理的原则，依据水位消涨幅度及水淹时间长短，划分多个高程区域梯度，实施分层治理。

7.1.2 充分考虑消落带地形地貌特征以及人类活动影响，选择生态修复模式。

7.1.3 优先选用耐水淹能力强的乡土植物，搭配不同的植物种类，注重植物的生态习性、空间配置和时间配置。

7.1.4 群落配置应根据高程由高到低依次设计乔+灌+草植物群落配置（正常蓄水位 2m 以下）、灌+草植物群落配置、草本植物群落配置。

7.1.5 尽量避免对原有地表土层和植被的破坏，宜在满足其稳定状态下保持物理基底的相对稳定，为植被恢复创造条件。

7.1.6 充分利用消落带土壤种子库，促进消落带乡土植被自然恢复。

7.2 基底改良

7.2.1 基底改良应遵循如下原则：

a）应根据水位变化梯度及消落带地形、地貌、底质等自然条件，确定基底改良技术。

b）应选择具有提高基底稳定性、调控水质的基底改良技术，增强抗侵蚀性能，增加土壤微生物数量和种类，提升去除氮磷效果。

c）对物理基底稳定性和土壤基质的改造，应尽可能保持原有地形地貌。

d）应对风浪冲刷、淤积影响较大的区域，采取防护措施。

7.2.2 基底改良技术应符合下列规定：

a）原阶地型消落带，修整台阶地块，平整阶地并形成阶面微向内倾斜 3°~5°的反坡，两个反坡之间修建挡土墙，在最低水位处散抛块石稳定边坡。

b）地形不规则、较陡的消落带，沿坡面挖掘半月形鱼鳞坑，呈品字形交错排列，坡下侧修建砌石或土围挡。在坡面或阶地内侧，沿等高线修筑蓄水沟，沟内每隔 5~10m 修建一道土挡，土挡高度为沟深的 1/2~1/3，使沟内分段蓄水。

c）利用较高高程区域废弃的坑塘，或在成片宽阔、地势平缓的消落带区域，通过筑堤修塘，形成大小、形状、深浅不一的多功能基塘，深度宜在 0.3~3m。基塘底部以粘土防渗，

上覆壤土，塘底通过起伏的微地形增加塘的栖息地异质性，应保证基塘系统内部各塘之间、塘与河流之间的水文连通性。

7.3 植被恢复

7.3.1 植物筛选应符合如下要求：

a）应根据多年定位观测和实地调查结果，选用群落优势种。

b）应选用根系发达，固土能力和消浪减蚀能力强、耐水淹的多年生植物。

c）应选用污染物富集能力强且二次污染少的植物，以水质保护为主，兼顾景观需求。

d）选用乡土植物，突出水库所在区域地域特色，配置多种、多层、稳定的植物群落。

e）可从常见消落带适生植物名录中选择，具体详见附录 F。

7.3.2 植物群落配置应符合如下要求：

a）不同高程区域植物群落配置

1）低高程区域，植物群落配置以耐水淹的低矮草本植物为主。

2）中高程区域，植物群落配置以耐水淹的草本+灌木为主。

3）高高程区域，在不影响行洪的条件下采取耐水淹的乔+灌+草综合配置。

b）不同生态修复功能的植物群落配置

1）污染负荷削减模式，在库周面源污染严重，且坡度＜25°的消落带区域，植物群落配置应以生长快、净化能力强的植物为主。

2）水源涵养模式，在坡度＞25°的消落带区域，植物群落配置应以根系发达、水源涵养能力强的植物为主。

3）多功能基塘模式，在地势平缓，存在废弃的水田和池塘的消落带区域，植物群落配置应以水生植物为主。

7.3.3 植物栽植应符合如下要求：

a）草本植物

1）种茎移栽，宜将种茎切成 15~20 cm 长茎段，每段含 2~3 节，开沟扦插，沟深 10~15 cm，行距 30~40 cm，株距 15~20 cm。

2）幼苗移栽，宜在幼苗高 20 ~30cm 时进行，在土地湿润时挖窝定植。中高草本植物和藤本植物地果，株行距为 30~40 cm。

3）播种，种子易获取的植物种类，宜采用种子拌沙土散播，每亩播种 2 kg 左右。

b）灌木

应选择 2~3 年生以上的大苗，苗木必须充分木质化，地径大于 2 cm，苗高 1.0~2 .0m 左右，栽种时仅截取主杆 0.5~1m 且留少许叶片，株行距 1m×2 m。对石砾较多、保水性能较差的消落带，应在造林穴中更换客土或者带覆盆土栽种，保证穴中石砾含量小于 20%。

c）乔木

1）应根据土壤基质、立地条件和尽快实现植被恢复效果的需要，以大苗为主，即米径 2 cm 以上的植物。

2）应采用挖穴移栽的方式，定植穴 60 cm × 60 cm × 50 cm，适当深栽，行株距 1.5~2.0 m，每亩 150 株左右。

3）应在苗木放入植穴时，使根部伸展，不能扭曲。苗木定位放好覆土，覆土后浇定植水。

8 消落带综合治理

8.1 一般规定

8.1.1 应结合当地水库岸线保护与利用控制规划，对毗邻城市、集镇或农村人口居住密集的消落带岸段进行综合治理，保障水库防洪安全、生态安全等。

8.1.2 消落带综合治理应以人居安全为重，按照生态环境保护优先、保护防洪库容、维护库岸稳定的原则，因地制宜适度整理利用，促进库岸周边城镇经济社会发展。

8.1.3 消落带综合治理可考虑消落带提供的生物资源和景观资源等，兼顾科普教育等功能。

8.1.4 消落带边坡防护结构中混凝土和钢筋混凝土材料的强度和变形特性参数应符合 GB 50286、DL/T 5057 等有关规定。

8.2 库岸防护

8.2.1 消落带库岸防护应结合地形、地质、环境条件和环境保护要求，选择适宜的生态护岸型式。材料选择应符合坚固耐久，抗冲刷、抗磨损性能强，适应岸坡变形能力强，有利于生物栖息等要求。

8.2.2 针对城集镇中缓坡消落带，宜采用坡式生态护岸，结构型式包括植生混凝土、多孔植生砌块、雷诺护垫、土工格室植草、蜂巢式网格植草等，生态护岸植被应选择耐淹草本植物。

8.2.3 针对侵蚀严重、库岸稳定性差的陡坡区域，宜采用特拉锚垫生态护岸，由反滤层、草皮增强垫和锚固系统三部分构成，施工时从坡面自上而下进行铺设，采用锚固系统对结构层进行固定，特拉锚和特拉钉相互交错布置，均呈菱形布置。

8.2.4 消落带坡脚陡坎区域宜采用格宾石笼护岸，格宾石笼表层需植生时，可摊铺种植土，可按照 SL/T 800 相关要求进行。

8.2.5 消落带库岸防护工程在水下回填，无法进行碾压和夯实处理时，可采用抛石护脚，抛

石可选用块石、混凝土预制块等，抛石护脚的坡度应根据水深、流速和波浪强度、岸坡状况综合确定，可按照 NB/T 10497 相关要求进行。

8.3 硬质护岸生态化改造

8.3.1 根据生态保护与修复的需求，对消落带现有硬质护岸进行生态化改造。

8.3.2 硬质护岸生态化改造应满足既有岸坡防洪排涝安全、岸坡结构安全，不影响周边基础设施、构筑物等安全及功能，不应缩小现状的行洪断面。既有护岸不满足防洪安全或自身结构安全的，应结合生态化改造达标建设。

8.3.3 现状坡式、挡墙式护岸，可在岸坡局部区域增设耐淹植物种植区，或增设生态混凝土护坡、生态袋护坡等，改善或塑造生境，应确保新旧护坡之间的连接。

8.3.4 现状斜墙、直墙式硬质护岸，可局部拆除后修复生态结构，或在墙脚设置水生植物种植槽种植耐淹植物，或设置鱼巢箱和人工鱼礁等结构。也可在外侧增设石笼墙、生态框（箱）墙、格栅预制块改善生境。

8.4 环境综合整治

8.4.1 对消落带存在的弃渣弃土、非法建（构）筑物等侵占水库库容和分隔库区水面等行为，影响水库防洪安全和工程安全、危害库岸稳定的设施，应进行清理整治。

8.4.2 建设和完善消落带库岸周边的生态保护带和绿色基础设施，如植被带、湿地过滤带等，增强库岸生态系统的稳定性和生物多样性。

8.4.3 采取植被覆盖、土地管理等措施，控制消落带库岸周边的土壤侵蚀和退化现象，减少污染物进入消落带，保护消落带土壤质量和生态功能。

8.4.4 对毗邻城市和县城、集镇及集中居民点周边的消落带，在充分论证的基础上，可利用消落带的自然生态优势，开展生态步道和亲水平台等生态景观建设，同时应充分保护消落带生态功能。

9 消落带管护

9.1 日常管护措施

9.1.1 应加强消落带生态环境、库岸安全监测，及时掌握消落带植被覆盖、水土流失及岸线利用等变化情况，对生态环境有退化趋势的消落带区域及时实施保护和治理措施。

9.1.2 应在消落带保护与治理地段明显位置设立标志和警示牌，提高居民的防范意识，避免人为破坏以及牲畜啃食破坏。

9.1.3 应及时检查项目范围内缺株、死亡株、病虫株、干旱情况，及时补植、浇水，促进植株快速生长，成功定居。

9.1.4 应在低水位运行期及时清理消落带落淤污染物，在高水位运行期及时清理漂浮物。

9.2 信息化管理措施

9.2.1 宜构建消落带三维仿真场景，集成消落带各类监测、调查成果，保护与治理项目动态台账信息，实现消落带土壤、植被、动物、库岸稳定、人类活动等各类信息全景式展示。

9.2.2 宜充分利用移动互联及卫星定位技术，开发消落带巡查管护 APP，提供包括任务制定、执行、跟踪、评价、统计等功能，辅助巡查管护工作的高效开展。

9.2.3 宜建立各类专业化模型开展消落带生态环境变化趋势模拟分析。

9.2.4 宜针对消落带存在库岸稳定的地质灾害点进行自动化监测，实现地灾测点变化趋势预测、监测预警、仿真预演、预案响应等功能。

10 实施效果评估

10.1 一般规定

10.1.1 根据保护与治理目标，应在一定期限内开展效果监测与评估。

10.1.2 应根据消落带保护与治理技术类型、范围和周期等，制定监测和评估方案。

10.2 效果评估

10.2.1 效果评估指标，应重点选择消落带恢复面积、覆盖度、多样性指数、生物量、近岸水质、生态岸线比例、岸坡稳定性等指标。

10.2.2 效果评估技术，应通过定位观测、无人机识别等技术，分析比较项目实施前后指标变化情况，评估工程实施效果，以及工程实施目标实现程度。根据评估结果提出优化建议。

10.2.3 效果评估时间，一般不少于 2 年，每年在消落带出露期调查不少于 2 次。

10.2.4 宜对实施效果进行信息化管理，通过照片、视频、遥感影像等多种手段，运用指标对比、模型评价等多种方式，对实施效果进行全方位评估。

附录 A 资料信息表

（规范性）

表 A.1 规定了收集资料的具体信息。

表 A.1 资料信息表

序号	资料	详细说明
1	水利工程概况	水库的功能定位、运行调度方式（防洪调度、供水调度、发电调度及航运调度等）、水库特征参数（包括汛限水位、正常蓄水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位、调洪库容、防洪库容等）、水位变动规律，淹没范围等资料。
2	自然地理情况	流域和区域的地形地貌、气候气象、水文水系等。
3	经济社会情况	流域和区域人口、耕地面积、生产总值等。
4	水源地情况	流域和区域的水功能区、水源地级别、水质等。
5	生态敏感区情况	自然保护区、湿地保护区等名录、级别、规模，自然保护区建设、管理情况。
6	生物分布情况	植物、两栖类、爬行类动物等种类及分布情况，尤其是珍稀、特有、濒危种的分布及数量等。
7	监测数据及技术报告	从自然资源、水利、农村农业等相关部门，收集包括但不限于涉及消落带范围内的植被、土壤、水质、耕种农作物种类及面积，以及施用的化肥、农药等情况的监测数据及技术报告。
8	相关规划资料	水库消落带范围的岸线保护与利用规划、土地利用规划、生态保护规划等相关规划资料，包括但不局限于专题图件、遥感影像、统计年鉴等。

附录 B 消落带类型划分

（规范性）

表 B.1~表 B.2 规定了按照 2 种方式划分消落带类型。

表 B.1 按土地类型划分

序号	类型	含义
1	草地	生长草本植物为主的土地，包括树木郁闭度小于 0.1 的草地
2	林地	指生长乔木、竹类、灌木的土地，包括乔木郁闭度大于 0.2 的林地；灌木覆盖度大于 40%的林地；以灌丛为优势群落的沼泽地；树木郁闭度大于 0.1，小于 0.2 的疏林地，未成林地、苗圃
3	耕地	指种植农作物的土地，包括水田和旱地等
4	交通运输用地	指用于运输通行的地面线路占用的土地，包括桥梁、港口码头等。
5	裸地	指无植被覆盖的土质、岩石或石砾的土地

表 B.2 按坡度划分

序号	类型	坡度（上含下不含）
1	平坡型	≤5°
2	缓坡型	5°~15°
3	斜坡型	15°~25°
4	陡坡型	25°~35°
5	急坡型	35°~45°
6	险坡型	>45°

附录 C 植物调查记录及数据处理分析

（规范性）

表 C.1~表 C.2 分别规定了植物调查记录表格式、多样性分级标准。

表 C.1 植物调查记录表

采集日期		采集人	
采集地点		海拔	
经度		纬度	
坡度		坡向	
植物种名		种高度	
种盖度		样方总盖度	
种基茎		种胸径	
种冠幅		样方生物量	

表 C.2 多样性分级标准

多样性指数（H'）	等级	赋分
$H' \leq 1$	极差	0
$1 < H' \leq 2$	差	25
$2 < H' \leq 3$	一般	50
$3 < H' \leq 4$	优良	75
$H' > 4$	非常好	100

C.3 重要值=（相对盖度+相对高度）/2

C.4 相对盖度=（某一植物种的盖度/样方内所有植物种的盖度之和）×100%

C.5 相对高度=（某一植物种的高度/样方内所有植物种的高度之和）×100%

C.6 优势度，表征一个物种在群落中的地位与作用，或者植物群落内各植物种类处于何种优势或劣势状态，$Yi=Pi \times fi$

C.7 Shannon-Wiener 多样性指数：$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi \ln Pi$

式中 $Pi = Ni/N$；其中 Ni 为物种 i 的重要值；N 为样方内所有物种重要值之和，fi 为物种 i 在各个采样点出现的频率，式中 S 为样方内的物种数。

附录 D 土壤侵蚀模数分级标准

（规范性）

表 D.1~表 D.2 分别规定了不同类型区宜采用的侵蚀分级标准。

表 D.1 水力侵蚀强度分级标准

	平均侵蚀模数 t/(km²a)			平均流失厚度(mm/a)		
级别	西北黄土高原区	东北黑土区/北方土石山区	南方红壤丘陵区/西南土石山区	西北黄土高原区	东北黑土区/北方土石山区	南方红壤丘陵区/西南土石山
微度	<1000	<200	<500	<0.74	<0.1	<0.37
轻度	1000~2500	200~2500	500~2500	0.74~1.9	0.15~1.9	0.37~1.9
中度	2500~5000			1.9~3.7		
强度	5000~8000			3.7~5.9		
极强烈	8000~15000			5.9~11.1		
剧烈	>15000			>11.1		

表 D.2 土壤侵蚀强度面蚀分级标准

	坡度（上含下不含）	≤8°	8~15°	15~25°	25~35°	>35°
植被覆盖度（%）	60-75	轻度	轻度	轻度	中度	中度
	45-60	轻度	轻度	中度	中度	强烈
	30-45	轻度	中度	中度	强烈	极强烈
	≤30	中度	中度	强烈	极强烈	剧烈
坡耕地		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈

附录 E 库岸边坡稳定性评分标准

（规范性）

表 E.1~表 E.2 分别规定了库岸边坡稳定性评分要求和分级标准。

表 E.1 库岸边坡稳定性评分

单因素分值	8-10 分	5-7 分	1-4 分
地形坡度	≤20°	20-30°	>30°
水库蓄水影响程度	无软化影响	有浸泡，软化不严重	有浸泡，软化严重
植被情况	覆盖度 60%-100%	覆盖度 20%-60%	覆盖度<20%
松散堆积物厚度	≤5m	5-10m	>10m
水文地质条件	简单	一般	复杂
全风化、强风化层	≤20m	20-50m	>50m
岩层产状	反向边坡	斜向边坡	顺向边坡
岩性完整程度	均一、坚硬	不均一、坚硬	均一、岩石破碎
软弱结构面组合	无	不完备	有
近期变形迹象	无	不明显	有

表 E.2 库岸稳定性分级标准

级别	分值（上含下不含）	稳定性类别
稳定	>75	Ⅰ
基本稳定	50~75	Ⅱ
稳定性差	30~50	Ⅲ
不稳定	≤30	Ⅳ

附录 F 消落带常见植物及其特性

（资料性）

表 F.1 给出了常见植物名录及特性。

表 F.1 常见植物名录及特性

序号	种 名	生活型	生态适应性
1	狗牙根 (*Cynodon dactylon*)	多年生草本	极耐热，耐干旱，耐水淹，耐盐性也较好。适应的土壤范围 很广。多生长于道旁河岸、荒地山坡与村庄附近。
2	扁穗牛鞭草 (*Hemarthria compressa*)	多年生草本	喜温暖湿润气候，喜炎热，耐低温，耐干旱，耐水淹。
3	双穗雀稗 (*Paspalum distichum*)	多年生草本	喜湿，常生于田边路旁，曾作一优良牧草引种，匍匐茎横走、粗壮。
4	香附子 (*Cyperus rotundus*)	多年生草本	喜湿，耐旱，耐水淹。以块茎繁殖为主，生命力强，多生长在潮湿处或沼泽地。
5	块茎薹草 (*Carex thomsonii*)	多年生草本	耐低温，耐干旱，耐水淹，喜酸性土壤。生长于潮湿沙地、河边草甸、河谷等地。
6	卡开芦 (*Phragmites karka*)	多年生草本	耐干旱，耐水淹，耐瘠薄。根状茎粗而短。常生长于江河湖岸与溪旁湿地。
7	野青茅 (*Deyeuxia arundinacea*)	多年生草本	耐旱，耐水淹，耐瘠薄。生于山坡草地、林缘、灌丛、山谷溪旁以及河岸沙滩地。
8	火炭母 (*Polygonum chinense*)	多年生草本	喜湿，耐旱，耐水淹，耐瘠薄。直立或半攀缘状多年生植物。 分布广泛，对生长环境要求较低，常生长于林下溪边、山谷。
9	芦苇 （*Phragmites australis*）	多年生草本	多年生，根状茎十分发达。生于江河湖泽、池塘沟渠沿岸和低湿地。常以其迅速扩展的繁殖能力，形成连片的芦苇群落。
10	秋华柳 (*Salix variegata*)	灌木	喜光，喜温湿，耐水湿，耐干旱，生于山谷河边、湖边、山 坡溪边以及水边石缝等处。
11	中华蚊母 (*Distylium chinense*)	灌木	喜温暖湿润气候，对土壤要求不严，适宜肥沃、排水良好的沙壤土。喜生于河溪旁。

序号	种 名	生活型	生态适应性
12	桑树 (*Morus alba*)	灌 木	喜温暖湿润气候，耐寒，耐干旱，耐水湿能力较强。耐瘠薄， 对土壤的适应性强。
13	水桦 (*Betula occidentalis*)	乔 木	耐寒，耐干旱，耐水淹，耐瘠薄。生长迅速，适应性广，常生长在泥沼和沼泽地。
14	枫 杨 (*Pterocarya stenoptera*)	乔 木	喜光，耐湿性强。深根性树种，主根明显，侧根发达。萌芽力强，生长快。喜深厚肥沃湿润的土壤。
15	水 杉 (*Metasequoia glyptostroboides*)	乔 木	喜光，喜湿润，耐寒性、耐水湿能力强，较耐干旱，根系发达。
16	南川柳 (*Salix rosthornii*)	乔 木	为我国特有植物。较耐水湿和干旱，生于平原、丘陵及低山地区的水旁。

参考文献

[1] NB/T 10512 水电工程边坡设计规范
[2] SL 190 土壤侵蚀分类分级标准
[3] TD/T 1055 第三次全国国土调查技术规程