

四川省生态环境政策法制研究会团体标准
《四川省大型水库消落带生态修复技术规
程（征求意见稿）》

编
制
说
明

《四川省大型水库消落带生态修复技术规程》编制组

2024年5月

目 录

1. 项目来源	1
2. 编制必要性	1
3. 编制工作开展情况.....	2
4. 编制原则和依据	2
5. 标准主要内容	3
6. 重大分歧意见的处理经过和依据	6
7. 贯彻《标准》的措施建议.....	6
8. 其他应当予以说明的事项.....	6

《四川省大型水库消落带生态修复技术规程（征求意见稿）》

编制说明

1. 项目来源

根据《四川省生态环境政策法规研究会关于 2024 年第一批团体标准立项项目的公示》，团体标准《四川省大型水库消落带生态修复技术规程》通过了立项论证审查。本文件牵头起草单位为四川省环境政策研究与规划院，参与单位有四川省自然资源科学研究院、四川大学、四川省都江堰水利发展中心。

2. 编制必要性

水库消落带是由于水库水位波动造成水陆衔接地带土地被周期性地淹没和出露而形成的干湿交替地带，是陆地生态系统和水域生态系统之间的过渡区域。作为陆地生态系统和水域生态系统之间的过渡区域，水库消落带是陆域集水区泥沙、有机物、化肥和农药等进入水域前的最后一道生态屏障，是水体循环调节的缓冲带，也是湖库生态功能关键区，在净化陆域集水区面源污染、稳定库岸、防止水土流失、提供生物生境、美化景观、维持水陆界面生态系统动态平衡等方面，都提供着不可替代的生态服务功能。对受损水库消落带区域进行环境治理与生态修复，一方面可以稳定河湖岸线，另一方面可以有效恢复消落带植被，提升固土防沙功能，增强污染物截控效果，保护水体环境，同时恢复水库岸线生态景观。对植被的恢复和重建是水库消落带生态系统恢复和保护的重点，也是提高消落带生态系统适应能力的主要措施之一。

据初步统计，我国现有水库 98000 余座，四川省水库占 8000 余座，其中大型水库 52 座。这些水库在汛期防洪、城市供水与工业灌溉、水土保持与水环境保护、水利发电等方面发挥着巨大功能。但由于库岸地势陡峻、地表覆盖层（土壤层）薄弱及水位反季节性变化剧烈等原因，水库消落带土壤、泥沙等植被着生基质流失剧烈、岸线石质化严重、面源污染截控功能丧失、景观效果退化。土壤营养成分流失入库导致消落带植被养分不足，同时还造成水库氮、磷等营养元素增加，引起水库局部水域富营养化。总体上看，水库消落带生态环境状况不容乐观。为了筑牢长江上游生态屏障、贯彻国家生态文明建设和长江大保护发展战略，开展水库消落带治理与生态修复刻不容缓。

3. 编制工作开展情况

2022年1月-2023年12月，标准编制单位共同承担四川省重点研发项目“大型水库消落带土壤—植被演变机理与植被恢复技术研究”，开展了相关消落带生态修复研究工作。

2024年1月，整理研究数据成果，收集相关文献资料，综合国家法律法规、相关产业政策与标准等文件，起草团体标准初稿，并通过团体标准立项审查。

2021年2月-4月，根据立项审查专家意见，对团体标准进行修改，形成征求意见稿。修改内容主要包括消落带栽种植被类型、种植密度等。

4. 编制原则和依据

4.1 编制原则

本文件的编制原则如下：

一是充分体现科学性和先进性。标准编制过程中参考近些年来我国水库消落带生态修复的最新技术和最新政策要求。

二是立足四川实际。标准编制要结合四川省水库水资源调配现状、消落带露出淹没规律以及乡土植被适应条件，确定不同消落带区域可种植的植被种类。

三是覆盖面广泛。由于不同水库差异较大，本文件主要规定了消落带生态修复的一般要求，针对特定水库消落带开展生态修复时可参照本文件提出的技术流程，并结合当地特点对修复措施进行细化。

四是有可操作性。标准将消落带生态修复过程尽可能细化，包括消落带调查、生境构筑、植被恢复等过程，使标准具有可操作性。

4.2 编制依据

4.2.1 政策法律依据

(1) 《中华人民共和国长江保护法》（2020年12月26日由第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，自2021年3月1日起施行）

(2) 《四川省水资源条例》（2022年3月31日四川省第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议通过）

(3) 《重庆市三峡水库消落区管理办法》（重庆市人民政府令第358号）

4.2.2 技术依据

- (1) GB/T 15756 造林技术规程
- (2) GB 6000 主要造林树种苗木质量分级
- (3) HJ/T 192 生态环境状况评价技术规范（试行）
- (4) LY/T 2964 三峡库区消落带植被生态修复技术规程
- (5) SL 252-2017 水利水电工程等级划分及洪水标准
- (6) DB51/T 3153 水库消落带保土截污植被构建技术规范
- (7) T/CQSES 02 三峡库区消落带生态修复技术指南
- (8) 《地表基质分类方案（试行）》（自然资办发〔2020〕59号）
- (9) 《河湖生态缓冲带保护修复技术指南》（环办水体函〔2021〕558号）

5. 标准主要内容

本文件主要包括范围、规范性引用文件、术语与定义、总体要求、消落带识别、生境改造、植物栽种、施工过程的生态环境保护、管护与监护、效果评估等10个部分。

5.1 范围

本部分内容规定了标准的主要内容和适用范围。

5.2 规范性引用文件

规范性引用文件引用了5项国内消落带生态修复相关的标准和技术规范。

5.3 术语与定义

本部分参考相关技术规范提出了本文件中大型水库、消落带、生态修复等相关术语的定义。

5.4 总体要求

本部分提出了水库消落带生态修复的基本原则、修复目标和技术流程。基本原则包括3项，即“环境友好，生态优先”“因地制宜，尊重自然”“突出功能，依次推进”；修复目标为通过生态环境修复提升水库生态系统多样性、稳定性、持续性，恢复并扩大水生态空间，修复水生态系统，稳定保持优良水体，提升景观功能，系统全面保护好水库生态环境。技术流程包括消落带生态问题识别、生境构筑、植物栽种、效果评估等部分。

5.5 消落带识别

本部分内容提出了水库消落带范围识别的技术流程，包括资料搜集、消落带数据分析、制定修复清单等内容，通过对水库消落带遥感影像、水位动态特征、地形地貌、土壤基质以及周边污染源等数据进行收集分析，梳理出消落带生态破坏的区域，确定需要修复的范围，形成消落带生态问题清单，并通过现场核查形成消落带修复清单，明确治理方向和具体措施。

5.6 植物生长环境改造

本部分内容提出了水库消落带固坡抗滑改造、微地貌改造、植被生长基质改造等内容，主要针对消落带修复区地质不稳定、边坡土壤易流失、土壤基材不足等问题开展系列工程措施。通过固坡抗滑改造和微地貌改造可降低消落带土壤崩塌、侵蚀的风险，开展植被生长基质改造一方面也可植物生长提供营养，另一方面也可防止水土流失、降低坡面径流污染。

基材的选取主要参考其对底部土壤污染物的阻隔和吸附效果。通过不同材料的原位覆盖实验发现，原位覆盖技术能有效减少土壤中有机物及氮磷元素的释放，但不同材料间有明显的差异。覆盖材料对磷的阻隔率： η 陶粒 $>$ η 麦饭石 $>$ η 石英砂 $>$ η 火山岩，陶粒对磷的阻隔效果较为稳定，其他覆盖材料的阻隔率随时间不断下降。通过使用 5cm，10cm，15cm 麦饭石不同覆盖厚度的原位覆盖实验研究发现，通过提升覆盖层厚度可以一定程度上减少土壤氨氮和磷的释放。研究发现与单纯使用麦饭石作为覆盖材料现比，用陶粒替换一定厚度的麦饭石可以增强覆盖层对污染物的阻隔效果，5cm 麦饭石和 5cm 陶粒的分层覆盖整体效果最佳。通过对侵蚀严重或污染风险较高区域的消落带开展基材铺设是一种快速降低消落带营养盐释放的一种尝试。

5.7 植物栽种

本部分规定了水库消落带植被栽种的种类、种植时间和栽种密度。其中植物种类根据消落带淹没时长进行综合配置，并在附录 A 中推荐了四川省水库消落带生态修复推荐植物；栽种时间根据消落带出露时间顺序进行，一般在每年 4-6 月；栽种密度根据相关技术要求对乔木、灌木和草本进行了分别规定。本部分推荐的植物种类根据水库消落带乡土植被调查和文献查阅获取，并结合植被截污特征进行推荐。

消落带生态恢复的难点之一是适宜在消落带水位周期性涨落的干湿交替环

境生长的植物非常稀少，植物遴选是解决消落带植被重建的核心问题之一。消落带植被恢复重建兼有水生生态修复与陆生生态修复的特点，由于水分是决定植物群落分布的主导因子，因此消落带淹水持续时间、频率和水深对植物群落的组成和分布格局有显著影响，造成不同消落带高程对应的适宜植物物种不同。所以在选择适生植物时，既要考虑植物的耐淹特性，又需考虑植物的耐旱特性。

植物筛选条件如下：

- ① 耐水淹且耐旱能力强；
- ② 根系发达，具备较强的固土保水、污染截留能力；
- ③ 耐贫瘠，易成活，具有较强的萌芽更新、繁殖能力；
- ④ 优先选择多年生植物和乡土种、广布种；
- ⑤ 兼顾景观效果。

经过实地走访调查、文献查阅和模拟试验，筛选出适生植物 19 种，其中乔木 4 种：中山杉、水杉、垂柳、构树，灌木 3 种：中华蚊母树、秋华柳、紫穗槐，草本植物 12 种：狗牙根、香根草、牛筋草、黑麦草、狗尾草、苘麻、百喜草、扁穗牛鞭草、芦苇、黄菖蒲、鸢尾、风车草。在此基础上形成了四川省水库消落带生态修复备选植物名录，见附表 1。

（3）植物配置

①水平配置

选择抗逆性强且生态位互补的混交(混合交叉)树种,采用行间混交、带状混交、块状混交或与原有幼苗、幼树随机混交等方式进行。营造中山杉混交水杉、垂柳、构树，中华蚊母树混交秋华柳、多年生草本植物混交等多种混交配置形式。

②垂直配置

营造乔灌草垂直配置的多层次复合植被带，以充分发挥消落带的多种生态服务功能。依据植物的耐水淹特性，乔木和灌木优先种植于消落带受水淹时间短的区域，草本植物可选择种植于消落带较常受水淹的区域。

③植物配置模式

根据水库水位节律，综合考虑可行性和经济性，对消落带进行植物搭配以促进消落带植被群落恢复，实现护岸固土截污的生态效应。

5.8 施工过程的生态环境保护

本部分规定了水库消落带生态修复施工过程中的生态环境保护工作,主要包括水环境风险防控、水土保持、扬尘控制、噪音控制等。

5.9 管护与监测

本部分规定了水库消落带生态修复施工完成后的管护与监测技术要点,主要包括栽种后的培土浇水措施、成活率不达标后的补种措施、病虫害防治措施、以及禁止耕种放牧活动和近自然修复等。

5.10 效果评估

本部分提出了水库消落带修复效果评估的基本要求,包括生态效益、安全效益、社会效益和经济效益。

6. 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

7. 贯彻《标准》的措施建议

本文件应与四川省水库消落带相关法规政策配套使用,加强标准的规范和指引作用。

建议加强标准的宣贯,同时在使用中结合应用案例对标准不断完善、修订和补充,提高标准的适用性和科学性。

8. 其他应当予以说明的事项

无。