

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团体标准

T/SEEPLA XXXXX—XXXX

四川省大型水库消落带生态修复技术规程

Technical specification for ecological restoration of hydro-fluctuation zone of large reservoir in Sichuan Province

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

四川省生态环境政策法规制研究会 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 总体要求 1

5 消落带识别 2

6 植物生长环境改造 3

7 植被恢复 3

8 施工过程的生态环境保护 4

9 管护与监测 4

10 效果评估 4

附录 A（资料性） 水库消落带生态修复推荐植物..... 6

参考文献 9

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。

本文件由四川省生态环境政策法制研究会提出、归口并解释。

本文件主要起草单位：四川省环境政策研究与规划院、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。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

四川省大型水库消落带生态修复技术规程

1 范围

本文件确定了大型水库消落带生态修复的总体要求、消落带识别、植物生长环境改造、植被恢复、施工过程中的生态环境保护、养护与监测、效果评估等技术要求。

本文件适用于四川省大型水库消落带生态修复。其他水库消落带生态修复可参照使用。

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 6000 主要造林树种苗木质量分级

GB/T 15756 造林技术规程

SL 252-2017 水利水电工程等级划分及洪水标准

《地表基质分类方案（试行）》（自然资办发〔2020〕59号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

大型水库 large reservoir

指水库总库容大于等于1亿立方米，具备防洪、治涝、灌溉、供水或发电功能的水利水电工程。

[来源：SL 252-2017，3.0.1]

3.2

消落带 hydro-fluctuation zone

指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。

3.3

生态修复 ecological restoration

指通过自然或人为措施重建被破坏或退化的生态系统，使其恢复到原来或与原来相近的结构和功能状态。

4 总体要求

4.1 基本原则

4.1.1 环境友好，生态优先

水库消落带生态修复所用材料均不会对水库水质、水生态等造成破坏，不能引入新的污染。

4.1.2 因地制宜，尊重自然

根据消落带露出时间、淹水深度、土壤性质、地形地貌、地表径流强度等因素因地制宜搭配植被、基材构造等措施。

4.1.3 突出功能，依次推进

消落带的生境构筑、植被种类和位点的选择应综合考虑环境、景观、生态等多重效益。

4.2 修复目标

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。

4.3 技术流程

大型水库消落带生态修复技术流程如图 1。

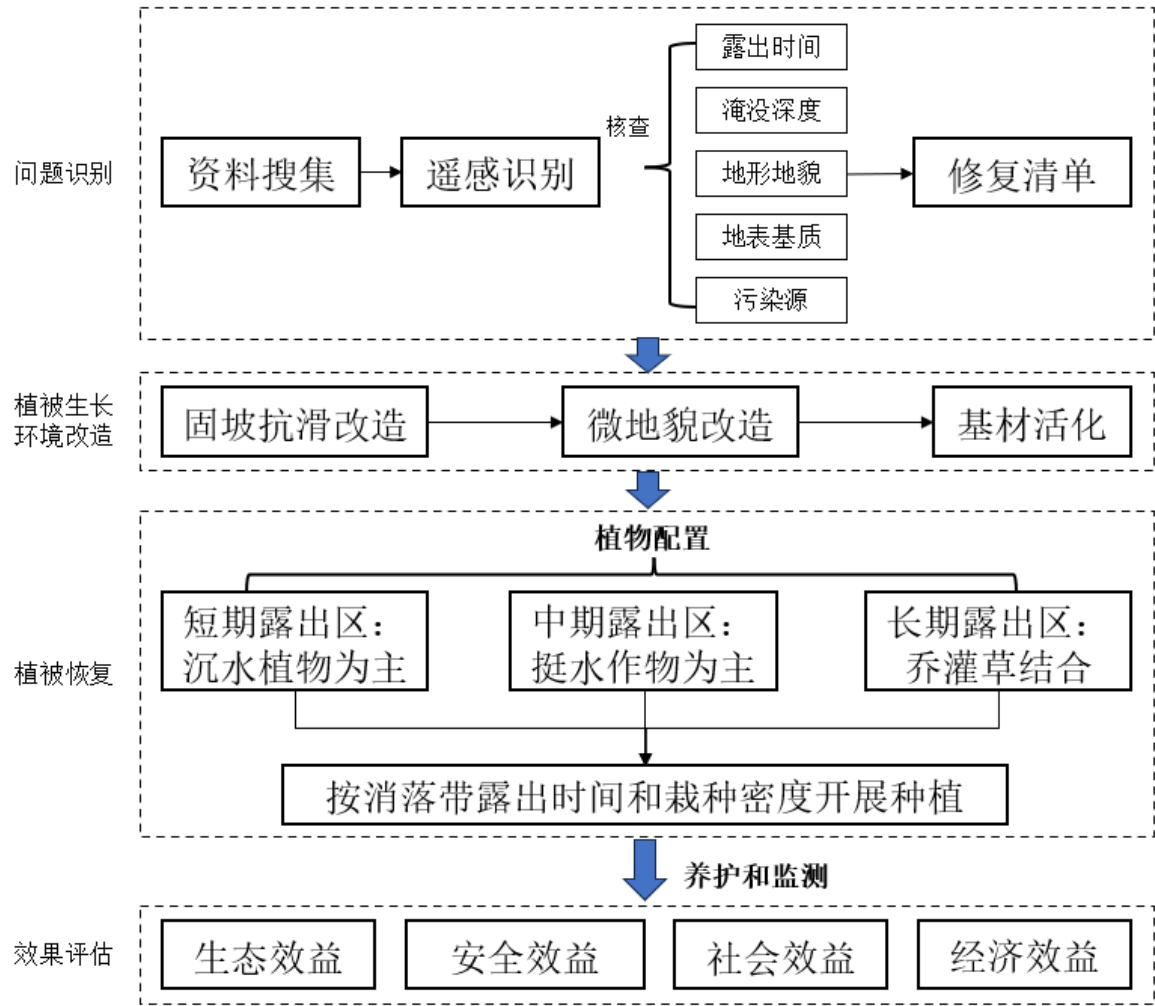


图1 技术流程图

5 消落带识别

5.1 资料搜集

充分收集水库库区及周边遥感影像、水位、地形地貌、土壤类型、气候、植被、区域社会经济等相关资料。

5.2 消落带数据分析

5.2.1 遥感识别

根据遥感影像数据和水库多年水位高程动态变化数据，识别水库水面最大和最小覆盖区域，确定消落带范围，统计消落带面积、岸线，并初步识别出消落带中的裸露区域、人为干扰区域、生态破坏区域等。

5.2.2 消落带露出时间和淹没深度

根据消落带范围、高程和淹没时长，从上至下划分为：长期淹没区（8个月以上）、中期淹没区（4-8个月）、短期淹没区（4个月以下）。根据库区消落带植被情况，确定库区消落带植被能够生长的最大淹没深度。

5.2.3 地形

根据消落带的坡度，划分为平坡（ $0^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ）、缓坡（ $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ）、斜坡（ $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ）和陡坡（ 25° 以上）。

5.2.4 地表基质

根据消落带的表层土壤质地，划分为土质、砾质、岩石，划分标准参考《地表基质分类方案（试行）》（自然资办发〔2020〕59号）。

5.2.5 污染源

核查修复区域及周边农业生活、养殖、种植等污染源，以及消落带本身受损所带来的水土流失情况。

5.2.6 形成问题清单

根据现场核查结果，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。

5.3 制定修复清单

根据现场核查消落带的植被覆盖度、地形、地表基质类型、淹没时间及植被生长的最大淹没深度等，识别逐一确定需要修复的消落带区域，分析需要修复消落带区域的特征，制定消落带修复清单，明确治理方向和措施。本标准一般将淹没深度低于10 m、土质或砾质的裸露消落带纳入修复范围。

6 植物生长环境改造

6.1 固坡抗滑改造

根据地形核查结果，对消落带修复区中地质不稳定、易造成滑坡等次生灾害的区域开展地形改造，可采用削坡、坡改梯、抗滑锚桩等抗滑工程，涉及重要设施时，可进一步采用挡土墙加固。

6.2 微地貌改造

消落带造林种草应尽量减少对原有地表土壤、植被的破坏。主要对砾石土质消落带开展微地貌改造，土壤基质含量较高的区域可通过鱼鳞坑的形式对地形进行改造，而对于土壤基质含量较少的区域采用打孔的方式对基材进行固定。

6.3 植被生长基质改造

根据消落带地表基质情况开展修复：对于土质或砾石含量低于50%的砾质消落带，可用微生物菌剂作为基材活化剂，一般不用或少用化学肥料，防止污染水体。对于砾石含量高于50%的砾质消落带，可与周边土壤适当混合后作为植物生长基材；对于岩石质消落带，维持自然生态景观，禁止人为破坏。土质和砾质消落带基材表面可覆盖一层或多层火山岩、陶粒、麦饭石等无机材料，防止水土流失的同时吸附坡面径流中的氮磷污染物。

7 植被恢复

7.1 植物配置

长期淹没区，露出时间在4个月以内，该区域长期淹没，位于消落带最下层，该区域适宜构建以沉水植物为主，搭配部分挺水、浮水植物的水生草本植物群落，以具备主要配置发达根系发达、耐冲刷、耐水淹植物为主，主要配置的狐尾藻、苦草、黑藻等乡土沉水植物。

中期淹没区，露出时间在4-8个月，该区域淹没时间中等，位于消落带中间层，具有较强季节性，该区域适宜构建以挺水植物为主、搭配部分沉水植物和浮水植物，并采用灌木丛-草本相结合的植物群落，主要配置芦苇、扁穗牛鞭草等乡土挺水植物。

短期淹没区，露出时间在8个月以上，该区域淹没时间较短，位于消落带最上层，露出时间较长，该区域适宜构建以乔木-灌木-草本相结合的植物群落，主要配置耐水淹的水杉、落羽杉、中山杉、水松、垂柳、桑树等本土广布乔木，中华蚊母树、秋华柳、小株木等广布灌木和香根草、狗牙根、麦冬、百喜草、芦竹、高羊茅，早熟禾，黑麦草等广布草本。

7.2 栽种时间

根据消落带出露时间顺序，依次对消落带上、中、下部区段进行种植。一般种植时间为每年4-6月。

7.3 栽种方式

栽种方式可参照GB 6000和GB/T 15756。根据不同的植物种类，栽种密度如下：

- a) 乔木：初植密度约 60 株/亩~80 株/亩（孤植）；
- b) 灌木：初植密度约 3 株/ m^2 ~5 株/ m^2 （孤植），2 丛/ m^2 ~3 丛/ m^2 （丛植）；
- c) 草本：初植密度 16 丛/ m^2 ~25 丛/ m^2 （丛植），20 万株/亩保苗率（播种）。

8 施工过程的生态环境保护

8.1 水环境风险防控

在施工过程中，严格施工标准，防止施工中临时堆料、机械操作与修配、材料加工等引起的水环境污染，对施工过程中的废弃物进行回收，避免二次污染。

8.2 水土保持

将工程建设引起的新增水土流失作为水保的防治重点，防止堆土坡面、土石料等冲刷进入周边的农田及河道，遵循破坏多少，恢复多少的原则，对土壤、植被进行恢复。

8.3 扬尘控制

为了减少工程扬尘和周围环境的影响，建议施工中遇到连续的晴天又起风的情况下，对堆土表面洒上一些水，防止扬尘，同时对施工环境实行保洁制度。

8.4 噪声控制

减少施工对周围居民的影响，尽量采用低噪声机械，在工地周围或居民集中地周围设立临时的声障之类的装置，以保证居民区的声环境质量。

9 管护与监测

9.1 管护

9.1.1 为进一步保证植物的存活率，栽种完成后及时进行苗木培土、扶正、浇水。

9.1.2 栽植成活率未达到 80%的消落带，应在下一次消落带露出后进行补充种植，种植苗木与原种类和树龄相同；栽植成活率未达到 50%的消落带，应在补充种植时变更苗木种类。

9.1.3 加强病虫害监测和防治，应采用生物或物理防治。

9.1.4 禁止在消落带内从事耕作、放牧等活动。

9.1.5 管护措施以近自然修复为主，避免消落带植被的单一化和人工化。

9.2 定期监测

分别在枯水期、丰水期开展修复区域的消落带生态监测。主要监测内容包括但不限于：消落带土壤物理结构、土壤理化性质、土壤微生物群落与生物量、栽植苗木成活率、植物根系发育情况、植被覆盖率、植物生物量、动-植物种类及多样性。

10 效果评估

消落带生态修复成效评估以生态效益为主，兼顾安全效益、社会效益和经济效益。生态效益采用植被覆盖率、土壤侵蚀强度、地表径流污染削减率、近岸水体悬浮物含量、生物多样性指数进行评价。安全效益采用滑坡、坍塌等地质灾害发生率进行评价。社会效益采用景观多样性和公众满意度进行评价。经济效益采用生态产品价值（含旅游休闲）和后期维护管理费用评价。

附录 A

(资料性)

水库消落带生态修复推荐植物

水库消落带生态修复推荐植物见表A.1。

表A.1 水库消落带生态修复推荐植物

植物类型	植物名称	适宜范围	生长习性	栽培方式	分布区域
乔木	水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W. C. Cheng	短期淹没区	柏科水杉属落叶乔木，高可达50米。喜光性强的速生树种，适应性、耐寒性、耐水湿能力强，在轻盐碱地可以生长，根系发达。花期4-5月，球果10-11月成熟。	播种或扦插	我国特有单种属。广布于我国大部分地区河流两旁、湿润山坡及沟谷中。
	落羽杉 <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	短期淹没区	柏科落羽杉属乔木，高可达50米，胸径可达2米。耐水湿，能生长于排水不良的沼泽地上。花期3月，球果10月成熟。	播种或扦插	我国中部、南部大部分地区
	中山杉 <i>Taxodium 'Zhongshanshan'</i>	短期淹没区	柏科落羽杉属乔木，胸径可达2米，树冠优美，绿色期长，耐水耐盐。花期4月下旬，球果成熟期10月。	扦插	长江中、下游及以南地区平原湿地和沿海滩涂地
	垂柳 <i>Salix babylonica</i> L.	短期淹没区	杨柳科柳属高大落叶乔木，高达12~18米。喜光，喜温暖湿润气候，可在潮湿的酸性及中性土壤生长，亦可适应干旱环境。花期3-4月，果期4-5月。	以扦插为主，也可播种	中国长江流域与黄河流域
	桑 <i>Morus alba</i> L.	短期淹没区	桑科桑树乔木或灌木状，高可达15米。喜光，幼苗较耐阴，喜温暖、湿润气候，耐干旱、瘠薄，对土壤的适应性强，在微酸性至微碱性土壤上均能生长。花期4-5月，果期5-7月。	以扦插为主，也可播种	我国广布。
	构树 <i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	短期淹没区	桑科构属高大乔木或灌木状，高达16米。喜光，适应性强，生长快，耐干旱贫瘠，亦可生长于水边。花期4-5月，果期6-7月。	扦插或播种	我国广布。
	乌桕 <i>Triadica sebifera</i> (L.) Small	短期淹没区	大戟科乌桕属乔木，高可达15米。性喜高温、湿润、向阳之地，主根发达，抗风力强，生长快速，耐热也耐寒、耐旱、耐瘠。花期4-8月。	播种、扦插或压条	黄河以南地区。
灌木	中华蚊母树 <i>Distylium chinense</i> (Franch. ex Hemsl.) Diels	短期淹没区	金缕梅科蚊母树属常绿灌木，高约1米。喜生长于河溪旁，对土壤要求不严，喜温暖湿润气候，不耐严寒（耐-5℃）。根系发达，盘根错节，具有极强的抗洪水冲击以及耐沙土掩埋的特点。花期4-5月，果期5-9月。	播种或扦插	我国长江流域
	秋华柳 <i>Salix variegata</i> Franch.	短期淹没区	杨柳科柳属灌木，通常高1米左右。喜光，宜温暖湿润土壤，常生长于山谷河边、河滩灌丛、湖边等处，生长速度快。果期5月。	扦插或种子	云南、贵州、四川等地区。
	小檗木	短期淹没区	山茱萸科山茱萸属灌木，高可达4米。喜生于河岸旁或溪边，根系发达，枝条与地面接触后可从枝节处生根，固土力强。骨质花期6-7月，果期10-11月。	扦插或种子	陕西和甘肃南部以及江苏、福建、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南等地区。

表A.1 水库消落带生态修复推荐植物（续）

植物类型	植物名称	适宜范围	生长习性	栽培方式	分布区域
灌木	紫穗槐 <i>Amorpha fruticosa</i> L.	短期淹没区	豆科紫穗槐属灌木，高1-4米。茎丛生，枝叶繁密，抗逆性极强，萌芽性强，根系发达。花、果期5-10月。	播种、扦插或分株	我国大部分地区都有分布
	疏花水柏枝 <i>Myricaria laxiflora</i> (Franch.) P. Y. Zhang et Y. J. Zhang	短期淹没区	柽柳科水柏枝属直立灌木，高可达1.5米。生长于路旁及河岸边，具有很强的抵抗洪水冲击和耐水淹能力，是一种优良的河岸固沙绿化树种。花、果期6-8月。	扦插	湖北、重庆、四川、青海
	灯笼梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i> (Bge.) Rehd.	短期淹没区	豆科灯笼梢属灌木，高1-3米。生长于山坡、灌丛、林缘、山谷沟边及林中。具有固氮作用。花、果期5-10月。	扦插	我国广布
草本	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Persoon.	短期、中期、长期淹没区	禾本科狗牙根属多年生低矮草本植物，极耐旱耐旱耐践踏，在轻度盐碱地上也生长较快。根茎蔓延力很强，广铺地面，是良好的固堤保土植物。花果期5-10月。	播种	广泛分布于热带、亚热带和温带地区
	香根草 <i>Chrysopogon zizanioides</i> (L.) Roberty	短期、中期淹没区	禾本科金须茅属多年生草本，高1-2.5米。根系发达，对土壤要求不严，在盐碱、酸性、瘠薄、紧实、重金属污染土壤均能生长，能耐长期干旱，也耐水淹，具有很强的生态适应性。花果期8-10月。	播种	江苏、浙江、福建、台湾、广东、海南及四川
	百喜草 <i>Paspalum notatum</i> Flügge	短期、中期淹没区	禾本科雀稗属多年生草本植物。有粗壮多节的匍匐茎，枝条高0.15~0.8米。耐性强，多用于斜坡水土保持、道路护坡及果园覆盖。	播种	我国大部分地区都有分布
	高羊茅 <i>Festuca elata</i> Keng ex E. B. Alexeev	短期淹没区	禾本科羊茅属多年生丛生型草本，高0.9-1.2米。喜光，耐半阴，不耐高温，耐受较长时间水淹，抗逆性强，耐酸、耐贫瘠。花果期4-8月。	播种或分株	广西、四川、贵州
	黑麦草 <i>Lolium perenne</i> L.	短期淹没区	禾本科黑麦草属多年生草本植物，高0.3-0.9米。路旁湿地常见，喜温暖湿润气候，较能耐湿。花果期5-7月。	播种	我国广布
	铺地黍 <i>Panicum repens</i> L.	短期淹没区	禾本科黍属多年生草本，高0.5-1米。根茎粗壮发达，繁殖力强。喜温暖湿润气候，具有较强的耐旱能力，对土壤要求不严。花果期6-11月。	播种	我国南方
	扁穗牛鞭草 <i>Hemarthria compressa</i> (L. f.) R. Br.	短期、中期、长期淹没区	禾本科牛鞭草属多年生草本植物，高0.2-0.5米。具横走的根茎，出苗快，出苗后30d分蘖，喜生于田边、路旁湿润处。花果期夏秋季。	播种	长江以南各省(区)及河北、山东、陕西等地
	双穗雀稗 <i>Paspalum distichum</i> L.	短期淹没区	禾本科雀稗属多年生草本植物，匍匐茎横走、粗壮，长达1米，向上直立部分高0.2-0.4米。花果期5-9月。喜湿耐阴，多生长于海拔200-2000米的沟边、河岸、湖滨、田边等潮湿地区。花果期5-9月。	播种	我国中部、南部大部分地区

表A.1 水库消落带生态修复推荐植物（续）

植物类型	植物名称	适宜范围	生长习性	栽培方式	分布区域
草本	牛筋草 <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	短期淹没区	禾本科稃属一年生草本植物，高0.1-0.9米。根系极发达，对土壤要求不严，适应性强、喜阳光、耐干旱、结实多且易散落，自然扩散能力很强，常野生于田边、路旁，草丛，是优良的保土植物。花果期6-10月。	播种	我国广布
	黄菖蒲 <i>Iris pseudacorus</i> L.	短期淹没区	鸢尾科鸢尾属多年生草本植物。耐热，耐旱，极耐寒，喜生长在浅水及微酸性土壤中，在干旱、微碱性的土壤中也可生长，生态适应性广。耐污性和景观效果较好。花期5月、果实期6-8月。	分株	我国各地常见栽培
	风车草 <i>Cyperus involucratus</i> Rottb.	短期淹没区	莎草科莎草属多年生草本植物，株高0.6-1.5米，喜温暖、湿润和阳光充足环境，适应性强，对土壤要求不严格，沼泽地及长期积水的湿地也能生长良好。花果期8-11月。	播种、扦插或分株	我国各地常见栽培
	芦苇 <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	短期、中期淹没区	禾本科芦苇属多年生草本植物。有发达的匍匐根状茎，繁殖能力强，固堤、护坡作用强，能适应不同的生态环境，常见于江河湖泽、池塘沟渠沿岸和低湿地。	播种或分株	我国广布
	狐尾藻 <i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	长期淹没区	小二仙草科狐尾藻属多年生粗壮沉水草本，根状茎发达，节部生根，茎长0.2-0.4厘米。喜无日光直射的明亮之处，性喜温暖，较耐低温，各地池塘、河沟、沼泽中常有生长。	扦插、分株或组培	我国广布
	黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i> (L. f.) Royle	长期淹没区	水鳖科黑藻属多年生沉水草本，喜光照充足的环境，喜温暖，耐寒冷，在15-30℃的温度范围内生长良好，越冬温度不宜低于4℃。花果期5-10月。	扦插或分株	广布于热带至温带地区
	苦草 <i>Vallisneria spiralis</i> (L.) Hara	长期淹没区	水鳖科苦草属多年生沉水草本，匍匐茎光滑或稍粗糙，有越冬块茎。生于溪沟、河流、池塘、湖泊之中。	分株或组培	四川、贵州、云南、广东、广西等多个省区

注：香根草 *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty 为外来引进种，在选择时应考虑其生态安全风险。

参 考 文 献

- [1]HJ/T 192 生态环境状况评价技术规范（试行）
 - [2]LY/T 2964 三峡库区消落带植被生态修复技术规程
 - [3]DB51/T 3153 水库消落带保土截污植被构建技术规范
 - [4]T/CQSES 02 三峡库区消落带生态修复技术指南
-