

# 团 体 标 准

T/CQSES 02-2022

## 三峡库区消落带生态修复 技术指南

Technical Guide for Ecological Restoration in the Water Level  
Fluctuating Zone of Three Gorges Reservoir Area

2022-7-11 发布

2022-7-11 实施

重庆市环境科学学会 发布

# 目 次

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 前 言 .....           | II  |
| 引 言 .....           | III |
| 1 范围 .....          | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....     | 1   |
| 3 术语和定义 .....       | 2   |
| 4 生态修复总体要求 .....    | 3   |
| 5 生态环境调查与问题诊断 ..... | 4   |
| 6 生态修复模式 .....      | 5   |
| 7 生态修复技术设计 .....    | 6   |
| 8 生态修复实施与管理 .....   | 8   |
| 9 生态修复效果评估要求 .....  | 9   |
| 附录 .....            | 11  |

## 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。

本文件由重庆市生态环境科学研究院提出，重庆市环境科学学会归口。

本文件起草单位：重庆市生态环境科学研究院、水利部中国科学院水工程生态研究所、西南大学、重庆工商大学、重庆交通大学。

本文件主要起草人：张晟、雷波、刘建辉、向秋洁、黄河清、杨春华、胡莲、邓洪平、周启刚、付旭辉。

本文件为首次发布。

## 引 言

为促进三峡库区消落带生态保护和修复治理工作,提升三峡库区消落带生态修复科学化水平,规范消落带生态修复措施与基本要求,依据有关规定、规范及研究实践,制定本文件。

# 三峡库区消落带生态修复技术指南

## 1 范围

本文件适用于指导三峡水库消落带的生态修复工作，其他水库消落带的生态修复可参照使用。

## 2 规范性引用文件

本文件内容引用了下列文件或其中条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB 3838-2002 地表水环境质量标准

GB 50707-2011 河道整治设计规范

GB/T 15756-2016) 造林技术规程

HJ/T 166 -2004 土壤环境监测技术规范

HJ/T 192-2006 生态环境状况评价技术规范（试行）

LY/T 2964-2018 三峡库区消落带植被生态修复技术规程

DBJ50T 350-2020 主城区两江四岸消落带绿化技术标准

《中华人民共和国水法》（2016年修订）

《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订）

《中华人民共和国长江保护法》（2020年12月26日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）

《中华人民共和国防洪法》（2016年修订）

《中华人民共和国河道管理条例》（2017年修订）

《关于加强三峡后续工作阶段水库消落区管理的通知》（国三峡委发办字〔2011〕10号）

《重庆市三峡水库消落区管理暂行办法》（重庆市人民政府令第267号）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**三峡库区消落带** the water level fluctuating zone of Three Gorges reservoir area

指三峡水库坝前水位（吴淞高程）从 175 米逐步消退至防洪限制水位 145 米之间，在三峡库区形成的特殊区域，以及该区域范围内的孤岛、库岸岸线和新增淤积陆地。

#### 3.2

**生态修复** ecological restoration

指基于生态系统的自我恢复能力，通过一定的人工干预，减轻负荷压力，改善和提升其结构与功能，使遭到破坏的生态系统逐步恢复并向良性循环方向发展。

#### 3.3

**城镇型消落带** the water level fluctuating zone in town area

指长江三峡干支流两岸区、县驻地城市与建制镇建成区附近，并受城镇密集人口和产业影响的库区消落带。

#### 3.4

**农村型消落带** the water level fluctuating zone in town area in rural area

指长江三峡干支流两岸农业活动区附近的库区消落带。

#### 3.5

**岛屿型消落带** the water level fluctuating zone in island area

指石质高丘因海拔高于四周，三峡水库蓄水过程中出露成岛屿，和江中岛屿一样，随水位涨落在岛屿底部形成环带状消落带。

#### 3.6

**湖盆-库湾型消落带** the water level fluctuating zone in lake basin-bay area

指三峡水库成库期间水流速度较缓，泥沙、氮磷营养物和污染物容易淤积、沉积和聚积的消落带。

### 3.7

**其他消落带 the water level fluctuating zone in other area**

指位于三峡库区峡谷地带，且坡度陡峭、无或基本无土壤覆被的消落带以及土壤基质较差且人为干扰较大的消落带。

### 3.8

**三峡库区消落带区段 section in the water level fluctuating zone of Three Gorges Reservoir area**

根据三峡水库蓄水周期和消落带出露时间，将三峡库区消落带分为上、中、下部三个区段。上部区段指库区蓄水位 172-175m 之间区域，全年淹水时间一般约为 1-4 个月；中部区段指库区蓄水位 165-172m 之间区域，全年淹水时间一般约为 4-5 个月；下部区段指库区蓄水位 165m 以下区域，全年淹水时间一般约为 5-8 个月。

## 4 生态修复总体要求

### 4.1 主要目的

通过消落带生态修复，完善其生态系统结构，提升其生态系统稳定性，稳步提高消落带生态系统功能。

### 4.2 设计原则

- 4.2.1 自然恢复为主、人工措施为辅。尊重自然，顺应自然，保护自然。注重消落带生态系统内在机理和演替规律，坚持以自然恢复为主，综合考虑库岸的稳定性和生态治理的规整性，必要时可辅以人工措施。
- 4.2.2 因地制宜、科学施策。在生态系统调查的基础上，摸清消落带地形地貌特征、生态环境状况，识别存在的问题，根据不同功能类型的特征，采取差异化的保护与治理措施，维护消落带生态系统稳定。
- 4.2.3 系统设计、阶段实施。综合考虑水位涨落变化、生物多样性、水环境质量、景观效果等因素，注重完善生态系统的结构和功能，分步骤、分阶段进行修复。

### 4.3 技术流程

综合国内外相关生态修复设计及实践经验，提出技术流程（图 1）。

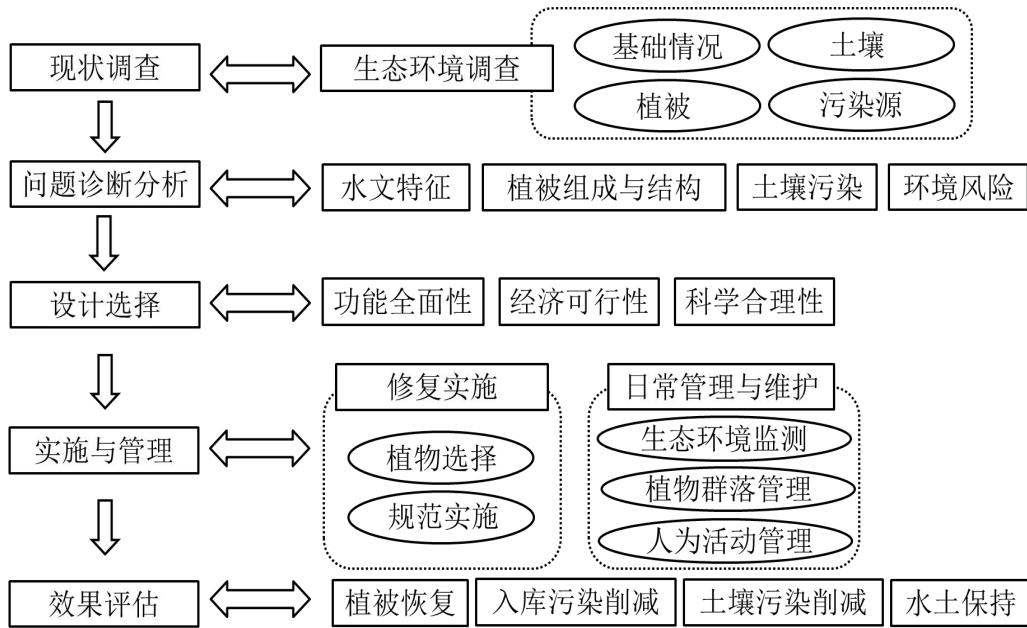


图 1 技术流程图

#### 4.4 基本要求

- 4.4.1 生态环境调查与问题诊断。通过对消落带生境、植物群落等调查，分析其生态系统状况，甄别影响其生态退化的主导因素和驱动因子，并确定生态修复目标。
- 4.4.2 生态修复设计。以目标为导向，通过设计比选，分区分型确定消落带生态修复的模式和技术方法。
- 4.4.3 工程实施与维护管理。坚持依据规划、控制使用、严格审批、占补平衡的原则，依法依规完善工程实施的相关手续，按照确定的模式与技术方法，开展生态修复。工程实施后，开展修复区域人为活动管理与后续维护。
- 4.4.4 效果评估。实施生态修复区植被恢复、水土保持、水体净化、污染负荷削减等效果评估。

## 5 生态环境调查与问题诊断

### 5.1 调查范围

消落带区域，以及根据库岸地形地貌、生态用地、周边污染源等情况需

扩展调查的区域。

## 5.2 生态环境调查

5.2.1 基本情况。通过资料收集和现场调查，掌握消落带水位变化、地形地貌与土地利用方式、水环境质量等生境因子，统计消落带面积和岸线长度，确定消落带修复区域范围，了解其保护与管理的总体情况。

5.2.2 土壤状况。分别对消落带上部、中部、下部区段的土壤本底状况进行调查。原则上采用对角线取样法布设取样点，每个取样点分别取0-20cm、20-40cm、40-60cm等3个土层深度的土壤样品，采用四分法收集土样，对土壤pH、有机质、总氮、有效氮、总磷、有效磷等进行测定。

5.2.3 植被状况。调查植被群落组成与结构，掌握消落带植被基本情况。一般按照30m（长）×10m（宽）设置样带，每个样带内至少设置5个1m×1m的样方，间距5~10m。现场不能识别的，制作标本室内鉴定。

5.2.4 污染源。重点调查修复区域周边的工业、生活、农田、养殖、旅游等污染源，以及消落带水土流失、进入消落带的径流污染等。

## 5.3 生态环境问题诊断

根据消落带基本情况、土壤、植被与污染源等方面的调查结果，结合水位涨落情况，诊断植被组成与结构、土壤污染、环境风险源、水土流失与景观等方面存在的主要问题。

# 6 生态修复模式

## 6.1 自然恢复模式

对于特殊的自然地理条件不宜进行任何形式扰动以及自然生态环境条件尚好的消落带，采取保留保护管理措施，减少和避免人类活动的干扰，主要通过自然恢复、自然发育等手段，保护其生态系统的结构和功能。

## 6.2 人工修复模式

除适合自然恢复模式的区域外，可采用人工修复模式。主要包括以下模

式:

6.2.1 植被群落构建模式。一般情况下（图2），上部区段以乔木为主建群种，构建乔-灌-草复合群落；中部区段以高草和灌木为主，构建高草与灌丛混合群落；下部区段以多年生草本为主，构建低矮的草本植物群落。此外，中上部区段退水后会大量积水的区域，可采用构建人工湿地的方式来进行生态修复。

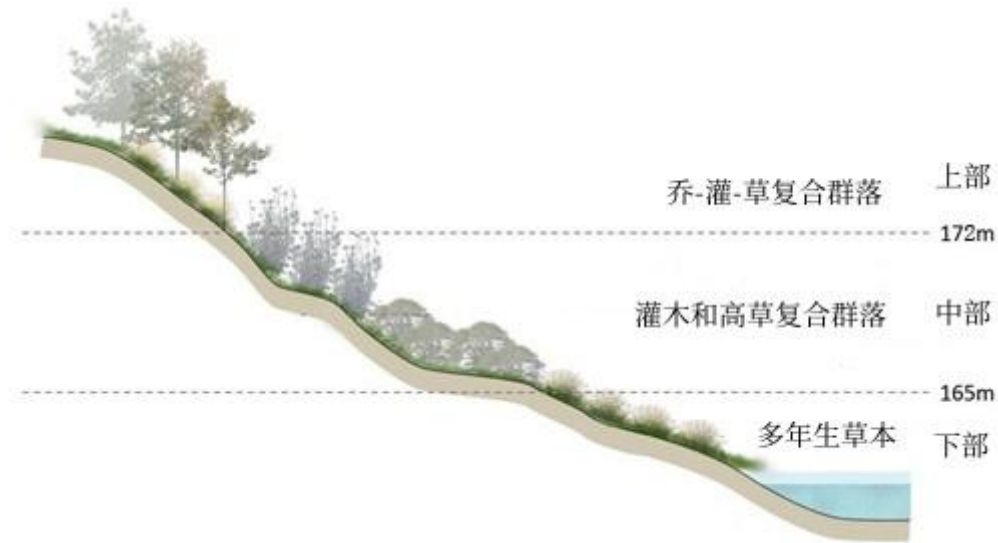


图2 消落带植物群落构建示意图

6.2.2 工程技术模式。针对码头、沙场等基础底质较差且人为干扰大的消落带，采用工程技术手段，促进植物群落构建。在铺设防冲刷生态型护坡构件的生态护坡技术、串珠式柔性护岸技术、生态袋护坡技术、复合锚垫生态护坡技术等改良消落带坡岸生境质量的基础上，种植灌草植物。

## 7 生态修复技术设计

除符合自然恢复要求的区域外，其他区域可针对城镇型、农村型、岛屿型、湖盆-库湾型、其他消落带实际情况进行差异化设计。其中，植物选择的具体要求见 8.1.1。

### 7.1 城镇型消落带

7.1.1 设计思路。采用完全人工干预方式（即重度人工干预）构建植物群落。在消落带构建以植物群落为主的生态缓冲带，适宜区域建设净化能力强的湿地生态景观带，并与城镇滨江绿化建设有机融合，丰富和提升城镇滨江景观。

7.1.2 植物群落设计。（1）上部区段。构建乔-灌-草植物群落，根据现场的立地条件组合栽植，构建以景观性为主的植物群落。（2）中部区段。主要采用高大的草本植物为建群种，构建稳定草本植物群落；在部分地段可适当栽植灌木，形成灌-草相搭配的灌丛。（3）下部区段。选择根系发达、耐冲刷的多年生草本植物构建草本植物群落。

## 7.2 农村型消落带

7.2.1 设计思路。采用完全人工干预或中度人工干预方式构建乔灌草植物群落。在长江干道或次级支流成片宽阔缓坡型消落带（一般指坡度小于15度），可利用上部区段原有梯田或河坝带域，栽植水生植物，构建梯级人工湿地，净化水质。

7.2.2 植物群落设计。（1）上部区段。除乔-灌-草植物群落搭配外，可利用原有梯田或河坝带域，栽植水生作物，构建人工湿地，适宜区段可构建梯级人工湿地。（2）中部区段。主要采用高大的草本植物，在部分地段配置灌木，形成灌-草相搭配的植物群落。（3）下部区段。选择根系发达、耐冲刷的多年生低矮草本植物进行大面积栽植。

## 7.3 岛屿型消落带

7.3.1 设计思路。划定岛屿生态景观保护带域范围，尽可能保留原有自然景观。结合岛屿生态旅游功能，可采取轻度干扰促进保护带生态景观恢复，建设景观湿地生态系统。

7.3.2 植物群落设计。（1）上部区段。构建乔-灌-草植物群落，注意与所在旅游地和岛屿生态景观保护带原有景观风貌保持一致；在人为干扰较小的带域，可选择水生植物构建人工湿地，为鸟类提供栖息地。（2）中、下部区段。可参考城镇型消落带中、下部区段植物群落构建。

## 7.4 湖盆-库湾型消落带

7.4.1 设计思路。根据水位涨落影响程度，按照植被群落构建、人工湿地

配置、适量补植等方式，改善湖盆消落带的环境结构和生物组成。

7.4.2 植物群落设计。(1) 上部区段。构建乔-灌植物群落，适当加大栽植密度。(2) 中部区段。可设置水生植物配置区、湿生植物配置区和植被群落构建区。其中，将原有水分供应充足的水田改造成水塘，配置适应性灌木和水生植物，构建水生植物配置区；将原有水分供应一般的水田改造成湿地，配置适应性灌木和水生植物，构建湿生植物区；将原有旱地适当平整，配置灌草植物，构建植被群落。(3) 下部区段。以自然植被恢复为主，在裸露地段适量补植适应力较强的草本植物物种。

## 7.5 其他消落带

对位于库区峡谷地带，且坡度陡峭、无或基本无土壤覆被的消落带，尽可能保留其原有地形、地貌、植被等自然景观。对危险或有滑坡趋势地段，采取简易的护坡工程技术措施，防止坍塌。

对土壤基质较差且人为干扰较大的消落带，采用生态工程技术，改良库岸生境质量的基础上，种植灌草植物。

# 8 生态修复实施与管理

## 8.1 生态修复实施

8.1.1 植物选择。(1) 基本要求：选择耐瘠薄、耐长期水淹、耐干旱、繁殖容易、成活率高的乡土植物，严禁使用外来有害植物，维护区域生物多样性。(2) 乔灌木：选择 2-3 年生健康、优良实生苗木，苗木主根健全，根系发达。如果考虑景观配置及快速成林，可选择 4 年生青壮树木。(3) 草本：植物种子选用品种纯正、成熟饱满、无霉变变质、发芽率高、生活力强等优良种质；幼苗选择主根健全、根系发达、生长发育良好的健壮植株，可选用裸根苗或营养袋育苗。

8.1.2 实施技术要求。(1) 实施时间：根据消落带出露时间顺序，从春季水位下降开始至夏季汛期水位上涨前，依次对消落带上、中、下部区段进行种植，时间一般约为 1-6 月。(2) 植物栽植整地：乔灌木采用穴状整地方式，根据苗木大小选择栽植穴规格，栽植穴长宽深

一般为 40cm×40cm×50cm、40cm×50cm×50cm 或 50cm×50cm×80cm；不能达到以上穴径、穴深要求的，采用鱼鳞坑整地。草本植物栽植不需整地，可直接栽种。整地时，尽可能减少土层扰动。（3）植物栽植间距：乔灌木苗木可按 1m×1m、1m×2m 或 2m×2m 的株行距进行栽植，草本植物按照 9-16 窝/m<sup>2</sup> 栽植。（4）灌溉要求：包括栽植灌溉和抗旱灌溉。苗木种植后，及时浇足定根水；在雨水不充足的情况下，在定植后 3 天后补浇 1 次；后续结合天气状况，适时浇水，保证苗木成活和生长需求。（5）湿地构建要求：结合消落带自然条件，筑堤修塘，水深一般控制在 0.3-3m。

## 8.2 日常维护与管理

以保障修复区的稳定性和生态效益的持续性为目标，在对修复区生态环境监测的基础上，建立合理的管理机制。在生态修复设计时，应测算后续管理所需经费、设备、人员，明确管理制度。加强生态修复区日常管理与维护，及时发现和处理影响植被生长的自然和人为因素。

8.2.1 生态环境监测。（1）监测频次：原则上应在每年 5 月、8 月开展生态环境监测。（2）监测内容：可参照 3.2 消落带生态环境调查内容。

8.2.2 植物群落管理。（1）植物补植：首次栽种后，适时检查栽植成活情况，存活率未达到 80% 的地块及时补植。（2）病虫害防治：预防为主，科学防治，采用生物或物理手段进行防治，不得采用化学防治方法。（3）清除外来入侵物种：及时清除外来入侵物种，防止对消落带生态系统产生危害。

8.2.3 人为活动管理。（1）人为活动的管理：定期巡查生态修复区，禁止造成区域生态环境破坏、水土流失和污染水体的行为以及国家法律法规禁止的其他行为。（2）垃圾清理：汛期后定期清理生态修复区外围输移进入的垃圾和植物残体，确保植物正常生长。

## 9 生态修复效果评估要求

生态修复实施后，应开展生态环境修复效果评估，对修复区植被恢复、入库污染负荷削减、土壤污染负荷削减、水土保持等修复前后的效果进行评估。

### 9.1 植被恢复

采用遥感地面样方调查结合的方法，对比生态修复前后的生物多样性指数、植被覆盖度、景观效果等情况，评估生态修复区植被恢复效果。

### 9.2 入库污染负荷削减

通过分析生态修复实施前后地表径流中氨氮、总氮、总磷、化学需氧量、水体悬浮物等指标变化情况，计算对水体污染物净化量和净化效率，评估修复区入库污染负荷削减效果。

### 9.3 土壤污染负荷削减

对比分析生态修复前后土壤营养元素、重金属等指标情况，评价修复区土壤污染负荷削减效果。

### 9.4 水土保持

通过插钎法、构建径流场等方法，评估修复区水土保持效果。

## 附录

### 三峡库区消落带生态修复植物种类推荐目录

| 编号 | 植物名称  | 类型      | 适宜栽植海拔 (m) |
|----|---|---------|------------|
| 1  | 中山杉<br><i>Taxodium 'Zhongshansha'</i>                                     | 落叶乔木    | 172m 以上    |
| 2  | 落羽杉<br><i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.                               | 落叶乔木    | 172m 以上    |
| 3  | 池杉<br><i>Taxodium distichum</i> var.<br><i>imbricatum</i> (Nuttall) Croom | 落叶乔木    | 172m 以上    |
| 4  | 水杉<br><i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu<br>& W. C. Cheng             | 落叶乔木    | 172m 以上    |
| 5  | 水桦<br><i>Betula nigra</i>   | 落叶乔木    | 170m 以上    |
| 6  | 南川柳<br><i>Salix rosthornii</i> Seemen                                     | 落叶乔木    | 173m 以上    |
| 7  | 枫杨<br><i>Pterocarya stenoptera</i> C. DC.                                 | 落叶乔木    | 173m 以上    |
| 8  | 桑树<br><i>Morus alba</i> L.  | 落叶灌木    | 170m 以上    |
| 9  | 秋华柳<br><i>Salix variegata</i> Franch                                      | 落叶灌木    | 170m 以上    |
| 10 | 中华蚊母<br><i>Distylium chinense</i> (Franch. ex<br>Hemsl.) Diels            | 落叶灌木    | 172m 以上    |
| 11 | 杭子梢<br><i>Campylotropis macrocarpa</i>                                    | 落叶灌木    | 173m 以上    |
| 12 | 小楝木<br><i>Swida paucinervis</i>   | 落叶灌木    | 173m 以上    |
| 13 | 卡开芦<br><i>Phragmites karka</i>  | 多年生高大草本 | 165m 以上    |
| 14 | 香根草<br><i>Vetiveria zizanioides</i> (L.) Nash                             | 多年生高大草本 | 172m 以上    |
| 15 | 荻<br><i>Miscanthus sacchariflorus</i>                                     | 多年生高大草本 | 173m 以上    |
| 16 | 甜根子草<br><i>Saccharum spontaneum</i> L.                                    | 多年生高大草本 | 173m 以上    |
| 17 | 芦苇  | 多年生高大草本 | 172m 以上    |

| 编号 | 植物名称   | 类型      | 适宜栽植海拔 (m) |
|----|--|---------|------------|
|    | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. |         |            |
| 18 | 野古草<br><i>Arundinella anomala</i> Steud.           | 多年生草本   | 170m 以上    |
| 19 | 野青茅<br><i>Deyeuxia pyramidalis</i> (Host) Veldkamp | 多年生草本   | 165m 以上    |
| 20 | 狗牙根<br><i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.          | 多年生低矮草本 | 145m 以上    |
| 21 | 块茎薹草<br><i>Carex thomsonii</i> Boott               | 多年生低矮草本 | 145m 以上    |
| 22 | 香附子<br><i>Cyperus rotundus</i> L.                  | 多年生低矮草本 | 145m 以上    |
| 23 | 扁穗牛鞭草<br><i>Hemarthria compressa</i> (L. f.) R.Br. | 多年生低矮草本 | 145m 以上    |
| 24 | 火炭母<br><i>Polygonum chinense</i> L.                | 多年生低矮草本 | 170m 以上    |
| 25 | 地瓜藤<br><i>Ficus tikoua</i> Bur.                    | 木质藤本    | 172m 以上    |
| 26 | 莲<br><i>Nelumbo nucifera</i>                       | 多年生挺水植物 | 165m 以上    |
| 27 | 慈姑<br><i>Sagittaria trifolia</i>                   | 多年生挺水植物 | 165m 以上    |
| 28 | 香蒲<br><i>Typha orientalis</i>                      | 多年生挺水植物 | 173m 以上    |
| 29 | 黄菖蒲<br><i>Acorus tatarinowii</i>                   | 多年生挺水植物 | 172m 以上    |
| 30 | 菖蒲<br><i>Acorus calamus</i> L.                     | 多年生挺水植物 | 172m 以上    |
| 31 | 水生美人蕉<br><i>Canna glauca</i>                       | 多年生湿生植物 | 174m 以上    |
| 32 | 再力花<br><i>Thalia dealbata</i> Fraser               | 多年生湿生植物 | 174m 以上    |