

# 水域生态修复中沉水植物群落构建技术

宋杨

中交(天津)生态环保设计研究院有限公司

DOI:10.32629/eep.v9i2.3061

**[摘要]** 随着城镇化快速推进与工农业生产扩张,自然水域承受的环境压力持续攀升,水体富营养化、藻类水华、底质恶化、生物多样性锐减等问题已成常态。传统水域治理多依赖物理清淤、化学除藻等手段,虽能快速改善表面水质,却无法修复生态系统的内在循环机制,修复效果难以持久。沉水植物扎根水底、全株水生,是水域生态系统的核心生产者,既能吸收氮磷营养盐抑制藻类,又能稳定底质、增氧净水、为水生生物提供栖息空间,是生态修复的关键生物要素。单一沉水植物种群抗逆性弱、功能单一,无法适配复杂水体环境,构建结构合理、稳定高效的沉水植物群落,成为破解水域生态退化难题的核心路径。本文聚焦沉水植物群落构建的原则与技术体系,从生境改良、物种选配、定植布局到长效运维展开系统分析,为退化水域生态修复提供科学、可落地的技术参考,推动水生态从临时修复走向长效稳态。

**[关键词]** 水域生态修复; 沉水植物群落; 构建技术

**中图分类号:** Q132.6 **文献标识码:** A

## Construction Technology of Submerged Plant Community in Water Ecological Restoration

Yang Song

CCTC (Tianjin) Ecological Environmental Protection Design and Research Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** With the rapid advancement of urbanization and the expansion of industrial and agricultural production, natural water bodies are under increasing environmental pressure. Issues such as eutrophication, algal blooms, substrate degradation, and sharp declines in biodiversity have become commonplace. Traditional water management methods, primarily relying on physical dredging and chemical algacides, can rapidly improve surface water quality but fail to restore the intrinsic circulation mechanisms of ecosystems, resulting in unsustainable restoration outcomes. Submerged plants, which anchor at the water bottom and are fully aquatic, serve as core producers in aquatic ecosystems. They not only absorb nitrogen and phosphorus nutrients to inhibit algal growth but also stabilize substrates, enhance oxygenation, purify water, and provide habitats for aquatic organisms, making them crucial biological elements for ecological restoration. However, single-species submerged plant communities exhibit weak resilience and limited functionality, making them unsuitable for complex aquatic environments. Establishing structurally sound, stable, and efficient submerged plant communities has become the key approach to addressing water ecosystem degradation. This paper focuses on the principles and technical systems for constructing submerged plant communities, systematically analyzing habitat improvement, species selection, planting layouts, and long-term maintenance. It aims to provide scientific and actionable technical references for the ecological restoration of degraded water bodies, promoting the transition from temporary remediation to sustainable, long-term water ecosystem stability.

**[Key words]** aquatic ecosystem restoration; submerged plant community; construction technology

水生态系统的健康是生态文明建设的关键一环,而沉水植物群落的完整性,直接决定了水域自净能力与生态韧性。当前多数受损水域因原生沉水植被消失,生态链断裂、水体自我调节能力丧失,陷入反复污染的困境。相较于外来物种引入、高密度速

成种植等粗放模式,遵循自然规律的乡土化、渐进式群落构建,更能保障修复效果的稳定性与安全性。沉水植物群落构建并非简单的植物栽植,而是融合生境诊断、物种筛选、空间布局、微环境调控、生物协同、动态运维的系统工程,需兼顾生态适配性、

功能完整性与长期可持续性。本文以水域生态修复实际需求为导向,梳理沉水植物群落构建的核心原则与关键技术,明确各环节的实施要点与逻辑,旨在为不同污染程度、不同水文条件的水域修复提供技术支撑,助力重建健康完整的水生生态系统,实现水域生态的良性循环。

## 1 沉水植物的核心生态功能

沉水植物是维持水域生态系统稳定的核心生物要素,在水体治理与生态修复中发挥着不可替代的作用。其植株能够直接吸收水体中的氮、磷等营养物质,减少富营养化物质累积,从源头抑制藻类爆发,同时通过光合作用提升水体溶解氧浓度,改善水体透明度与理化环境。沉水植物的根系可牢牢固定水底底质,减少底泥悬浮与扰动,降低水体浑浊度,为底栖生物、水生昆虫营造稳定的栖息环境。作为水域生态系统的初级生产者,它为鱼类、浮游生物等提供食物来源与庇护场所,完善生物群落结构,支撑完整的水生食物链。此外,密集的植株群落能减缓水流、削弱风浪冲击,保护水岸形态稳定,强化水体自净能力与生态系统抗干扰能力,是推动退化水域恢复良性循环、实现长效生态修复的关键生物基础<sup>[1]</sup>。

## 2 群落构建的基本原则

### 2.1 乡土优先与适地适植原则

沉水植物群落构建需优先选用水域本地原生物种,遵循适地适植的核心思路。外来物种虽可能具备较强的净化能力,但易打破本土生态平衡,引发生物入侵风险,而乡土物种经过长期自然适应,与本地水文、地质、气候条件高度契合,成活率与抗逆性更强。构建过程中需结合水体深度、透明度、底质类型等实际环境,筛选与之匹配的植物种类,不盲目追求外观或单一功能。以本土物种为核心搭建群落,既能减少后期养护成本,又能保护水域原生生物基因,契合自然生态演替规律,保障群落与周边生态系统的兼容性,为长期稳定生长奠定基础<sup>[2]</sup>。

### 2.2 生态位互补与群落多样性原则

群落构建需遵循生态位互补原理,通过不同物种的搭配充分利用水体空间与资源。不同沉水植物在生长高度、根系分布、生长周期、营养吸收特性上存在差异,高秆型、匍匐型、深根型物种合理组合,可分层利用水体光照、底质养分,避免种间恶性竞争。同时要保证群落物种多样性,避免单一物种大面积种植,单一群落易受病虫害、环境波动影响而衰退。多样互补的群落结构能提升资源利用率,增强对水体环境变化的适应能力,形成相互依存、相互制衡的稳定体系,支撑食物链完整运转,强化生态系统抗干扰能力<sup>[3]</sup>。

### 2.3 渐进构建与稳态优先原则

沉水植物群落搭建应遵循渐进式构建理念,以群落长期稳定为核心目标,拒绝急功近利的高密度速成种植。退化水域生态环境脆弱,一次性大规模种植易加剧水体负担,影响植物定植成活。修复时可分阶段推进,先选用耐污性强、适应性好的先锋物种改良水体环境,待水质、底质条件改善后,再逐步引入伴生种、优势种完善群落结构。这种渐进模式贴合自然演替节奏,能降低

群落重建失败风险,避免因环境不适导致植物大面积死亡造成二次污染。始终以群落稳态生长为前提,兼顾修复效率与生态安全,保障构建后的群落可自我维持<sup>[4]</sup>。

### 2.4 长效适配与动态调控原则

群落构建需立足水域生态的动态变化,遵循长效适配与动态调控原则。水体水文、水质、生物群落会随季节、外界干扰发生改变,群落设计不能局限于短期效果,需预留动态调整空间。种植布局、物种配比要适配水位季节波动、汛期水流变化等长期条件,同时结合后期运维需求简化管理难度。在群落生长过程中,需根据植物长势、水体环境变化、生物胁迫情况实时调控,及时清理衰败植株、优化种群结构。该原则既保证群落短期能发挥生态功能,又能适配水域长期生态演变,避免一次性构建后缺乏管护导致群落退化,实现生态修复的长效性<sup>[5]</sup>。

## 3 水域生态修复中沉水植物群落构建技术

### 3.1 生境前置诊断与基底改良技术

生境前置诊断与基底改良是沉水植物群落成功构建的前提,该技术以水体本底条件为核心,通过系统化排查与定向改良,为植物定植提供适宜生长环境。在实施前期,需对修复水域开展全方位勘察,重点监测水深梯度、水体透明度、底质淤积厚度、营养盐含量及水流速度等指标,明确限制植物生长的核心障碍,如底质缺氧、淤泥过厚、光照不足等问题。针对劣质基底,可采用物理改良与生物活化相结合的方式,适度清除表层污染淤泥,避免过度扰动造成水体二次浑浊,同时投放天然有机改良剂优化底质疏松度与养分结构,提升根系附着能力。此外,需根据沉水植物光补偿点调控水位,通过合理控水提升水体透光率,保证水下光照满足植物光合作用需求。该技术不追求快速施工,而是以适配植物生长习性为核心,从根源解决植物定植难、成活率低的问题,为后续群落构建筑牢环境基础,是整个技术体系中不可或缺的前置环节。

### 3.2 乡土物种梯度筛选与适配配置技术

乡土物种梯度筛选与适配配置技术以本土适应性为核心,拒绝盲目引入外来物种,通过梯度化筛选与科学化搭配,构建稳定且抗逆性强的植物群落。筛选过程严格遵循地域原生原则,优先选取区域内自然分布的沉水植物种类,如苦草、黑藻、金鱼藻等常见乡土物种,这类物种经过长期自然演化,与本地气候、水文、生物环境高度契合,具备更强的抗病性与环境适应性。同时按照水体环境梯度开展分级筛选,根据耐污能力、耐低光能力、水深适应性划分先锋物种、优势物种与伴生物种,针对重度污染水域先选用耐污性强的物种改良环境,轻度污染水域直接配置多样化物种。配置时注重生态位互补,结合不同植物的生长高度、根系深度、生长周期进行组合,避免种间资源竞争,同时兼顾四季景观与功能连续性,保证群落全年均可发挥生态作用。该技术既规避了生物入侵风险,又能最大化提升群落稳定性,让沉水植物群落贴合自然演替规律。

### 3.3 分层立体定植与空间布局技术

分层立体定植与空间布局技术通过立体化种植设计,充分

利用水体垂直与水平空间,提升群落覆盖度与生态功能效率。水平布局上,按照水域水深梯度划分种植区域,浅水区种植根系发达、喜光照的物种,深水区选用耐低光、植株低矮的类型,近岸区域与水域中心形成差异化布局,避免单一物种连片种植。垂直层面构建多层立体结构,上层选择植株较高的冠层型植物,中层搭配茎叶舒展的中型植物,下层选用匍匐生长、贴地覆盖的物种,实现光照、养分的分层利用,提升水体空间利用率。定植方式根据物种特性灵活选择,苦草等根茎类植物采用扦插定植,黑藻等分枝类植物采用沉栽法,易扩散物种采用块状定植控制生长范围。种植密度遵循适度原则,既保证初期覆盖效果,又预留充足生长空间,避免过密导致通风透光差、植株衰败。该技术打破平面化种植局限,以立体布局优化群落结构,让沉水植物群落更高效地发挥净化水质、稳定底质的作用。

### 3.4 初期保活与微环境调控技术

初期保活与微环境调控技术聚焦植物定植后1-3个月的关键缓苗期,通过精细化调控减少外界干扰,大幅提升植物定植成活率。沉水植物刚定植时根系尚未稳固,对外界环境变化敏感,需严格控制水位波动,避免汛期水流过急冲刷植株,同时通过临时围挡等措施降低风浪影响,防止植株漂浮死亡。针对水体藻类过多遮挡光照的问题,采用物理方式适度控藻,不使用化学药剂,避免破坏植物与水体环境。定期监测水体溶解氧、温度等指标,通过适度换水、水流调控维持微环境稳定,为植物根系生长提供良好条件。此外,减少人为活动对水生动物的过度干扰,必要时设置简易防护设施,避免鱼类啃食幼苗。该技术以精细化养护为核心,针对性解决植物初期生长脆弱的问题,帮助植株快速扎根适应新环境,完成从人工种植到自然生长的过渡,为群落长期存活奠定基础。

### 3.5 生物协同调控与群落稳态维持技术

生物协同调控与群落稳态维持技术以生物共生理念为核心,通过构建多元生物共生体系,保障沉水植物群落长期稳定生长。在种植沉水植物的同时,适量投放螺、蚌等底栖动物,这类动物可摄食水体藻类与有机碎屑,减少藻类与植物争夺光照和养分,其排泄物还能为植物提供天然养分,形成动植物协同净化模式。同时合理调控鱼类种群,清除过量食草鱼类,保留滤食性、杂食性鱼类,平衡水域生物链,避免植物被过度啃食。群落生长过程中采用生物防治手段应对病虫害,优先利用天敌或天然生物制剂,杜绝化学农药造成水体污染。当群落出现单一物种过度扩张、部分植株衰败等情况时,及时进行人工微调,保持物种间的制衡关系。该技术摒弃单一依赖植物的修复模式,通过生物间相互依存、相互制约的关系,维持群落结构平衡,让沉水植物群落具备自我调节能力,降低后期人工干预频率。

### 3.6 长效运维与季节性动态优化技术

长效运维与季节性动态优化技术立足水域生态的动态变化,通过分季节管控与持续性优化,实现沉水植物群落的长效存续。春季气温回升,植物进入生长期,重点开展补种与疏苗工作,对冬季枯萎的区域及时补植,调整过密植株保证通风透光;夏季光照充足、藻类易爆发,加强水体透明度监测,及时清理衰败枝叶,防止植物腐烂污染水体;秋季植物生长放缓,适度清理枯老茎叶,保留健康植株为越冬储备养分;冬季做好耐寒防护,对不耐寒物种采取保护性措施,保证来年自然萌发。同时建立定期监测机制,每季度观测群落覆盖度、物种占比及水体环境变化,根据实际情况调整种群结构,避免群落衰退。该技术打破一次性构建的传统模式,以季节性动态管理适配生态变化规律,让沉水植物群落持续稳定发挥生态功能,实现水域生态修复的长效性与可持续性。

## 4 结语

沉水植物群落构建是水域生态修复的核心技术,其本质是遵循自然演替规律,以生物手段重塑水域生态的结构与功能。本文提出的乡土优先、生态位互补、渐进构建、动态调控四大原则,与生境改良、物种选配、立体定植、保活调控、生物协同、长效运维六大技术,形成了全流程、科学化的群落构建体系。该体系摒弃急功近利的人工干预,以本土物种为基础、以稳态生长为目标、以动态适配为保障,既解决了沉水植物定植难、成活率低的痛点,又避免了单一物种种植、外来物种入侵带来的生态风险。实践表明,科学构建的沉水植物群落,能持续发挥净水、稳质、护岸、育生物的多重功能,让退化水域逐步恢复自我调节能力。未来需进一步结合水域实际环境优化技术细节,强化生物协同与季节性管控,让沉水植物群落真正成为水域生态长效修复的稳定基石,推动水生态环境持续向好发展。

## 【参考文献】

- [1]刘一帆,潘峰.人工草型池塘中沉水植物种植对水体理化因子和浮游生物的影响[J].淡水渔业,1-20[2026-03-09].
- [2]林宝春,陈学勤,钟永芬.富营养化湖泊沉水植物修复技术应用与净化机制[J].水资源开发与管理,2026,12(01):64-70.
- [3]钟燮,薛柏璋.水利风景区水体沉水植被的功能及其构建技术[J].江西水利科技,2025,51(06):415-418+426.
- [4]王明斌,黄冲洋.沉水植物覆盖度对锦城湖4#湖水水质提升的影响分析[J].净水技术,2025,44(S2):155-160.
- [5]卢晓光,刘宏,鞠成,等.南四湖湿地沉水植物和底栖动物季节关联特征研究[J].环境生态学,2025,7(09):107-112.

## 作者简介:

宋杨(1993—),男,汉族,天津人,大学本科,职称:初级工程师,论文方向(具体):环境治理。