

# 水生植物群落构建对河道湖库水污染生态治理的效能研究

胡浩<sup>1</sup> 王宏超<sup>2</sup> 王英<sup>3</sup>

1. 浙江国科生态技术研究有限公司 浙江 宁波 315100

2. 宁波海逸园林工程有限公司 浙江 宁波 315100

3. 浙江天韵生态环境工程有限公司 浙江 宁波 315100

**摘要:** 文章聚焦水生植物群落构建对河道湖库水污染的生态治理效能。阐述了构建的基础理论, 涵盖生态位、物种相互作用及干扰理论。介绍水生植物在水生态系统吸收营养、去除重金属、抑制藻类及为生物提供栖息场所等作用。详细说明构建的方法与技术, 包括植物筛选培育、群落配置模式及工程技术。通过多方面分析其治理效能, 为河道湖库水污染生态治理提供理论与实践参考。

**关键词:** 水生植物; 河道湖库; 水污染生态治理; 效能分析

## 1 水生植物群落构建的基础理论

生态位指一个物种在生态系统中, 在时间空间上占据的位置及其与相关种群之间的功能关系与作用。在水生植物群落构建中, 不同水生植物具有独特生态位。沉水植物如苦草, 扎根水底, 利用水体中微弱光照进行光合作用, 其生态位侧重于水体中下层空间。而挺水植物芦苇, 茎干直立挺出水面, 主要占据水体边缘及浅水区域空间, 利用水面上方充足光照。正是由于各物种生态位的差异, 避免了对资源的激烈竞争, 使得多种水生植物能够共存, 为群落构建奠定基础。(1) 物种相互作用理论: 水生植物之间会竞争光照、养分、空间等资源。例如, 在富营养化水体中, 浮游藻类与沉水植物竞争氮、磷等营养物质。藻类繁殖迅速, 大量消耗营养, 遮蔽光线, 抑制沉水植物生长, 影响群落结构。当沉水植物占优势时, 其通过吸收养分、分泌化感物质抑制藻类生长, 维持自身在群落中的地位。水生植物与某些微生物存在互利共生关系。如满江红与固氮蓝藻共生, 蓝藻能固定空气中的氮, 为满江红提供氮源, 满江红则为蓝藻提供生存场所及部分光合产物, 这种共生关系促进了满江红的生长, 也有助于其在群落中的稳定存在, 进而影响整个水生植物群落构建<sup>[1]</sup>。(2) 干扰理论: 适度干扰对水生植物群落构建有重要影响。洪水、干旱等自然干扰, 以及人类活动如水利工程建设、水体污染等干扰, 会改变水生植物群落结构。适度洪水可能带来新的物种和营养物质, 为群落更新创造机会, 促使一些适应水流变化的水生植物如菰等生长繁殖, 构建新的群落格局。而过度干扰, 如严重水污染, 可能导致敏感水生植

物物种消失, 破坏群落稳定性与多样性, 阻碍合理群落构建。

## 2 水生植物在水生态系统中的作用

### 2.1 营养物质吸收与净化作用

水生植物在水生态系统的营养物质循环中扮演着关键角色, 对水体净化起着至关重要的作用。在自然水体中, 氮、磷等营养物质是水生植物生长的必需元素。例如, 芦苇、香蒲等挺水植物具有发达的根系, 能够从底泥和水体中大量摄取氮、磷等营养物质。研究表明, 芦苇湿地对污水中总氮的去除率可达60%-80%, 对总磷的去除率在50%-70%左右。这些植物将吸收的氮、磷用于自身的生长代谢, 通过光合作用合成蛋白质、核酸等生物大分子, 从而将水体中的无机营养转化为植物体内的有机物质。当水生植物收割后, 积累在植物体内的营养物质也随之从水体中移除, 有效降低了水体的富营养化程度, 改善了水质。沉水植物如狐尾藻、金鱼藻等同样在营养物质吸收方面表现出色。它们的整个植株都浸没在水中, 与水体的接触面积大, 能高效地吸收水体中的溶解性营养盐。而且, 沉水植物的存在还能促进水体中微生物的生长和代谢, 进一步加速对营养物质的分解和转化。在一些富营养化湖泊中, 通过种植沉水植物, 能够显著降低水体中的氮、磷含量, 提升水体透明度, 促进水生态系统的良性循环。

### 2.2 对重金属等有害物质的去除效果

随着工业发展和人类活动的加剧, 水体中重金属等有害物质污染问题日益严重。水生植物对重金属具有一定的去除能力, 为水体修复提供了可行途径。水生植

物去除重金属主要通过吸附、吸收和富集等过程。其根系表面有大量的根毛和黏液,能够吸附水体中的重金属离子,然后通过主动运输或被动吸收的方式将重金属转运到植物体内。研究发现,在一定浓度范围内,水葫芦对铜的富集量可高达1000mg/kg以上。一些水生植物还能通过自身的生理代谢机制对重金属进行解毒和转化。而且,水生植物的生长过程会改变水体的酸碱度、氧化还原电位等环境条件,从而影响重金属的存在形态和迁移转化。在湿地生态系统中,水生植物与微生物协同作用,能够进一步提高对重金属等有害物质的去除效率。通过构建水生植物群落,可以有效降低水体中重金属的浓度,减少其对水生态系统和人类健康的危害。

### 2.3 对藻类生长的抑制作用及其化感作用机制

藻类过度繁殖是水生态系统面临的一个常见问题,会导致水体富营养化、水质恶化等一系列不良后果。水生植物对藻类生长具有明显的抑制作用,其中化感作用是重要的作用机制之一。许多水生植物如芦苇、菖蒲、金鱼藻等能够分泌化感物质,这些物质进入水体后,会对藻类的生长、繁殖和生理代谢产生影响<sup>[2]</sup>。研究表明,芦苇化感物质可能通过影响藻类细胞的膜通透性、酶活性等,从而抑制藻类的生长。沉水植物对藻类的抑制作用更为显著。沉水植物在生长过程中会与藻类竞争光照、营养物质和生存空间。沉水植物分泌的化感物质能够直接抑制藻类的生长繁殖。

### 2.4 提供鱼类和底栖动物栖息与繁殖场所的重要性

水生植物为鱼类和底栖动物提供不可或缺的栖息与繁殖场所,对水生态系统的生物多样性和稳定性起着关键作用。水生植物的茂密枝叶和根系为鱼类提供躲避天敌、栖息和觅食的场所。一些小型鱼类如麦穗鱼、餐条鱼等喜欢在水生植物丛中穿梭觅食,以水生植物上附着的小型无脊椎动物和浮游生物为食。水生植物还为鱼类提供产卵和繁殖的场所。许多鱼类如鲤鱼、鲫鱼等会将卵产在水生植物的叶片或茎干上,水生植物为鱼卵提供保护,避免其受到水流冲击和其他生物的伤害。对于底栖动物而言,水生植物的存在同样至关重要。底栖动物如螺蛳、河蚌等常栖息在水生植物的根部附近,水生植物的根系为它们提供附着和栖息的地方。

## 3 水生植物群落构建方法与技术

### 3.1 水生植物的筛选与培育

在构建水生植物群落时,筛选合适的水生植物是首要任务。首先,要根据水体的水质条件进行筛选,在富营养化水体中,宜选择如凤眼莲、芦苇等对氮、磷吸收能力强的植物,它们能有效净化水质,改善水体富营

养化状况。若水体存在重金属污染,像水鳖、香蒲等对重金属有较强富集能力的植物则更为合适。其次,考虑当地气候条件,对于北方寒冷地区,需挑选耐寒性强的水生植物,如西伯利亚鸢尾、千屈菜等,以确保植物能安全越冬。而南方温暖湿润地区,可选择的植物种类更为丰富,像菖蒲、睡莲等热带及亚热带植物均可考虑。还应关注植物的生态位差异,避免物种间过度竞争。在培育方面,对于一些难以自然繁殖或生长缓慢的水生植物,可采用人工繁殖技术。如利用组织培养技术繁殖水生花卉,能快速获得大量性状一致的幼苗。对于野生水生植物,需进行驯化培育,使其适应人工种植环境。

### 3.2 群落配置模式

合理的群落配置模式是构建稳定且高效水生植物群落的关键。一种常见模式是按照水生植物的生态类型进行配置。在水体边缘,种植芦苇、菖蒲等挺水植物,它们能稳固堤岸,吸收陆域径流带来的污染物。往水体中心方向,依次配置睡莲、荇菜等浮叶植物,其宽大的叶片能遮挡阳光,抑制藻类过度生长。在水体较深区域,种植苦草、黑藻等沉水植物,它们能增加水体溶氧,改善水下生态环境。这种从岸边到水体中心,挺水-浮叶-沉水植物的梯度配置模式,模拟了自然水生植物群落结构,有利于提高群落的稳定性和生态功能<sup>[3]</sup>。另一种配置模式是根据植物的季相变化进行搭配,不同水生植物在不同季节呈现出不同的生长状态和景观效果。春季,可种植黄花鸢尾、水葱等早春开花植物,为水体增添生机。夏季,荷花、睡莲等水生花卉盛开,成为景观主角。秋季,再配置一些变色叶植物如红蓼,丰富景观色彩。冬季,虽然多数水生植物枯萎,但仍有部分常绿或耐寒植物如西伯利亚鸢尾能维持一定景观。

### 3.3 构建工程技术

构建水生植物群落涉及一系列工程技术。首先是基底处理技术。对于新建水体或底质较差的水域,需对基底进行改良。可通过添加适宜的土壤或基质,改善底质的物理和化学性质,为水生植物扎根生长提供良好条件。种植技术也至关重要,对于挺水植物,可采用直接扦插或分株移栽的方法。将芦苇的茎段或香蒲的分株直接插入底泥中,保持一定的种植密度,以确保植物能迅速生长并形成群落。对于浮叶植物和沉水植物,可采用容器育苗移栽技术。先将睡莲、苦草等植物在容器中培育成苗,再将容器放置于水体合适位置,让植物逐渐适应水体环境并生长。在构建过程中,还需设置合理的防护与支撑设施。对于风浪较大的水体,要设置护岸和消浪设施,防止水生植物被风浪冲走或破坏。同时对于一

些生长较高或易倒伏的水生植物,如芦苇等,可设置支撑网架,保证植物生长直立,维持群落结构稳定。另外,要构建完善的灌溉与排水系统,确保在不同季节和水位条件下,水生植物都能获得适宜的水分条件,促进水生植物群落的健康生长和稳定发展。

#### 4 水生植物群落对河道湖库水污染的治理效能分析

##### 4.1 污染物去除机制

水生植物群落对河道湖库中污染物的去除涵盖多种机制。首先是物理吸附与沉降作用。水生植物,尤其是挺水植物如芦苇,其庞大且粗糙的根系为悬浮颗粒和污染物提供了附着位点。水流流经时,部分悬浮污染物会被根系拦截,随后在重力作用下沉降,从而减少水体中的悬浮物含量。沉水植物的茎叶也能减缓水流速度,促进污染物的沉降。其次是营养物质吸收机制。氮、磷等营养物质是河道湖库水体污染的重要来源,易引发水体富营养化。水生植物在生长过程中,通过根系从底泥以及通过茎叶从水体中吸收氮、磷等营养元素。当水生植物收割后,这些积累的营养物质便从水体中移除,降低水体富营养化风险。再者是微生物协同作用。水生植物根系周围存在着丰富的微生物群落,这些微生物与水生植物互利共生,植物根系为微生物提供栖息场所和有机碳源等营养物质,微生物则协助植物分解有机污染物。

##### 4.2 水质改善效能评估

评估水生植物群落对河道湖库水质的改善效能,可从多个水质指标入手。在溶解氧(DO)方面,沉水植物通过光合作用向水体中释放大量氧气,显著提高水体溶解氧含量。研究表明,在种植沉水植物的湖库区域,水体DO含量可比未种植区域提高2-5mg/L,为水生生物提供了更适宜的生存环境,增强了水体的自净能力。对于化学需氧量(COD)和生化需氧量(BOD),水生植物群落能够有效降低其数值<sup>[4]</sup>。一方面,水生植物自身对部分有机污染物的吸收和同化作用减少水体中的有机负荷;另一方面,其根系周围微生物的分解作用进一步降低水体中可生化降解的有机物含量。相关监测数据显示,在构建水生植物群落的河道中,COD和BOD的去除率可达30%-50%,使水体的有机污染程度得到明显缓

解。水体中的氮、磷含量也是关键评估指标。

##### 4.3 生态系统修复

效能水生植物群落对于河道湖库生态系统的修复具有不可忽视的效能。在生物多样性恢复方面,水生植物为各类水生生物提供食物来源和栖息场所。沉水植物的茂密枝叶为鱼类提供躲避天敌的藏身之处,同时其表面附着的藻类和微生物为小型水生动物提供丰富的食物。挺水植物的根系则为底栖动物创造了适宜的生存环境,吸引了螺蛳、河蚌等底栖生物栖息繁衍。研究发现,在构建水生植物群落的湖库中,鱼类种类和数量可增加20%-30%,底栖动物种类和数量也显著提升,丰富了生态系统的生物多样性。水生植物群落有助于稳定河道湖库的生态结构。其根系能够固着底泥,防止底泥被水流冲刷,减少水土流失,维持水体的稳定性。水生植物的存在改变水体的流态,减缓水流速度,降低水体对堤岸的侵蚀作用。而且,通过改善水质和生态环境,水生植物群落促进生态系统中物质循环和能量流动的正常进行,使河道湖库生态系统逐渐恢复到健康、稳定的状态。

##### 结束语

综上所述,水生植物群落构建在河道湖库水污染生态治理中成效显著。其凭借多种污染物去除机制改善水质,有力推动生态系统修复。实际应用中仍面临诸多挑战,如不同地区环境差异对植物适应性的影响等。未来需进一步深化研究,优化构建技术,加强监测评估,充分发挥水生植物群落优势,实现河道湖库生态环境的可持续发展。

##### 参考文献

- [1]熊少康.水生植物在污水处理和水质改善中的应用分析[J].中国高新科技,2021(17):151-152.
- [2]褚福友.水生植物在水污染治理中的应用研究[J].中国资源综合利用,2022,40(3):183-185.
- [3]郭月涛.大型水生植物在水污染治理中的应用研究进展[J].上海轻工业,2023(3):143-145.
- [4]孙华.水生植物在水污染控制中的作用——评《水污染控制工程实验》[J].人民黄河,2022,44(2):I0004-I0004.