

浅析水环境生态治理工程设计

杜胜蓝

中国城市建设研究院有限公司湖北分院 湖北 武汉 430040

摘要：水环境生态治理工程设计肩负改善水质、恢复生态功能等使命。本文先阐述核心目标、本底特征分析及与水生态承载力适配原则，接着介绍核心技术路径，包括水体净化、生态系统修复等，再说明关键要素把控要点，最后探讨长效运维设计，涵盖强化自我维持能力、适配运维管理体系等方面，为水环境生态治理提供全面指导。

关键词：水环境生态治理；工程设计；核心目标；关键要素；长效运维

引言：水是生命之源，水环境质量关乎人类生存与发展。当下，水污染、生态破坏等问题严峻，影响区域生态平衡与可持续发展。水环境生态治理工程设计成为解决这些问题的关键，科学合理的设计能改善水环境、恢复生态功能、提升生态服务价值，对保护水资源、促进人与自然和谐共生意义重大。

1 水环境生态治理工程设计的核心目标与基础依据

1.1 核心治理目标设定

水环境生态治理工程肩负着改善水环境质量、恢复水生态系统功能以及提升区域生态服务价值等多重使命。改善水环境质量是首要目标，这涵盖降低水体中各类污染物的浓度，使水质达到相应的标准要求，为水生生物提供适宜的生存环境^[1]。恢复水生态系统功能则更为复杂，涉及重建水生态系统的结构完整性，增强生态系统的稳定性和自我调节能力，让水体能够自然地进行物质循环和能量流动。提升区域生态服务价值体现在多个方面，如改善周边景观、调节气候、提供休闲娱乐空间等，为人类社会创造更多的生态福利。在设定核心治理目标时，需充分考虑区域的社会经济发展需求和生态环境现状。若区域以农业为主，治理目标应侧重于保障农业用水安全，减少农业面源污染对水体的影响；若区域为城市中心，则更应注重水体景观的打造和水质的提升，以满足居民对高品质生活环境的需求。同时，目标的设定要具有前瞻性和可操作性，既要符合当前的技术水平和经济条件，又要为未来的发展留出一定的空间。

1.2 水生态系统本底特征分析要求

全面深入地了解水生态系统的本底特征是开展水环境生态治理工程设计的基础。这包括对水体的物理、化学和生物特性进行详细调查。物理特性方面，要掌握水体的面积、深度、流速、水温等基本参数，这些参数直接影响着水体的自净能力和生态系统的分布。化学特性方面，需检测水体中各类污染物的种类和浓度，分析污

染物的来源和迁移转化规律，为后续的治理措施提供依据。生物特性方面，要调查水生生物的种类、数量、分布以及生态习性，了解生物群落的结构和功能，评估生态系统的健康状况。除了对水体本身的调查，还需关注周边陆地生态系统的状况。周边陆地的植被类型、土壤性质、地形地貌等因素都会对水生态系统产生影响。例如，茂密的植被可以起到涵养水源、减少水土流失的作用，对维持水体的生态平衡具有重要意义。通过对水生态系统本底特征的全面分析，能够准确把握水环境存在的问题和潜在的风险，为制定科学合理的治理方案提供有力支撑。

1.3 设计与水生态承载力的适配原则

水生态承载力是指水生态系统在维持自身结构和功能稳定的前提下，能够承受的人类活动干扰的最大限度。水环境生态治理工程设计必须遵循与水生态承载力相适配的原则，确保工程措施不会对水生态系统造成过度破坏。在设计过程中，要充分考虑水生态系统的自我修复能力和资源再生能力，避免过度开发和利用水资源。例如，在进行水体净化设计时，要根据水体的自净能力和生态系统的承受能力，合理确定净化措施的强度和规模。如果过度采用人工净化手段，可能会破坏水生态系统的平衡，导致水生生物的死亡和生态功能的退化。同样，在进行生态修复设计时，要选择适宜的修复技术和物种，避免引入外来物种对本地生态系统造成入侵和破坏。通过与水生态承载力相适配的设计，能够实现水环境的可持续发展，保障生态系统的长期稳定运行。

2 水环境生态治理工程的核心技术路径设计

2.1 水体净化与水质改善技术方案设计

水体净化与水质改善是水环境生态治理的核心任务之一。常见的技术方案包括物理净化、化学净化和生物净化等多种方法^[2]。物理净化主要通过沉淀、过滤、吸附等作用去除水体中的悬浮物和部分污染物。例如，设置

沉淀池可以让水体中的泥沙等颗粒物沉淀下来,提高水体的透明度。沉淀池的有效水深一般设计为2-3米,沉淀时间控制在2-4小时,可使水中大部分悬浮物沉淀。过滤装置则可以进一步去除水中的细小颗粒和杂质。吸附材料如活性炭等能够吸附水中的有机物和重金属等污染物。化学净化是利用化学反应来去除水体中的污染物。例如,通过投加化学药剂可以使水中的磷酸盐等营养物质沉淀下来,减少水体的富营养化程度。但化学净化方法需要注意药剂的选择和投加量,避免产生二次污染。生物净化则是利用微生物和水生植物等生物的作用来分解和转化水体中的污染物。微生物可以分解有机物,将其转化为无害的物质;水生植物可以吸收水中的营养物质,抑制藻类的生长,改善水质。在实际设计中,往往需要将多种净化方法相结合,发挥各自的优势,提高水体净化效果。

2.2 水生态系统结构修复技术设计

水生态系统结构的完整性是其发挥正常功能的基础。修复水生态系统结构需要从多个方面入手。一是恢复水生植被。水生植被是水生态系统的重要组成部分,它不仅可以为水生动物提供栖息和繁殖场所,还能吸收水中的营养物质,净化水质。根据水体的深度和水质条件,选择适宜的水生植物进行种植,如浅水区可以种植芦苇、菖蒲等挺水植物,深水区可以种植金鱼藻、黑藻等沉水植物。二是重建水生动物群落。水生动物在水生态系统中扮演着重要的角色,它们可以控制藻类的生长,促进物质循环和能量流动。通过投放适宜的鱼类、贝类等水生动物,调整水生动物群落的结构和数量,恢复生态系统的平衡。三是修复岸带生态系统。岸带是水生态系统与陆地生态系统的过渡区域,具有独特的生态功能。采用生态护坡技术,如种植草本植物、设置生态砖等,可以增强岸带的稳定性,减少水土流失,为水生生物提供更多的栖息空间。

2.3 水文连通性优化工程设计

水文连通性是指水体之间以及水体与周边环境之间的物质、能量和信息的交换能力。良好的水文连通性对于维持水生态系统的健康至关重要。优化水文连通性工程设计可以从改善水体流动性、增加水体交换等方面入手。对于封闭或半封闭的水体,可以通过开挖河道、设置水闸等方式,加强水体之间的联系,促进水体的流动和交换。还可以通过建设湿地、池塘等生态设施,增加水体的滞留时间,提高水体的自净能力。在设计中,要充分考虑地形地貌和水文条件,合理确定工程的布局 and 规模,确保水文连通性优化工程能够有效地改善水生态环境。同时,要注意避免因工程建设对周边环境造

成不利影响,实现工程建设与生态保护的协调发展。

3 水环境生态治理工程设计的关键要素把控

3.1 工程布局与区域生态格局的协同设计

工程布局是水环境生态治理工程设计的重要环节,它直接关系到工程的实施效果和对区域生态格局的影响^[1]。在进行工程布局设计时,要充分考虑区域生态格局的特点和需求,使工程与区域生态格局相协同。例如,在规划水体净化设施时,要结合区域的水系分布和地形条件,合理选择设施的位置和规模,确保净化后的水能够顺利流入下游水体,实现水资源的有效利用。要注重工程与周边自然景观的融合。避免工程建设对区域景观造成破坏,尽量采用自然化的设计手法,使工程设施与周边环境相协调。例如,在建设生态护坡时,可以采用与周边植被相似的植物进行种植,使护坡与自然岸线融为一体。通过工程布局与区域生态格局的协同设计,能够实现工程建设与生态保护的有机统一,提升区域的整体生态价值。

3.2 生物多样性保护融入工程设计的要点

生物多样性是水生态系统健康的重要标志,水环境生态治理工程设计必须将生物多样性保护作为重要内容。在设计过程中,要充分考虑不同生物的生存需求,为生物提供多样化的栖息环境。例如,在水体中设置不同深度的区域,满足不同水生生物对水深的要求;在岸带种植多种类型的植物,为鸟类、昆虫等提供食物和栖息场所。要避免使用对生物有害的材料和工艺。选择环保型的工程材料,减少工程建设对生物的直接伤害。在施工过程中,要采取有效的措施保护周边的生物群落,避免施工活动对生物栖息地的破坏。通过将生物多样性保护融入工程设计,能够促进水生态系统的稳定和健康发展,提高生态系统的服务功能。

3.3 工程材料与施工工艺的生态兼容性设计

工程材料和施工工艺的选择,对水环境生态治理工程的生态效果有着重要影响。在选择工程材料时,要优先考虑具有生态兼容性的材料。例如,采用天然的石材、木材等作为护坡材料,这些材料不仅具有良好的稳定性,还能与周边环境相融合,为生物提供栖息场所。避免使用对环境有污染的材料,如含有重金属的涂料等。在施工工艺方面,要采用生态友好的施工方法。例如,在进行水生植物种植时,采用人工扦插或播种的方式,减少对水体生态的干扰;在进行河道疏浚时,采用环保型的疏浚设备,避免泥浆的扩散和对水质的污染。通过工程材料与施工工艺的生态兼容性设计,能够降低工程建设对生态环境的影响,实现工程建设与生态保护的良性互动。

4 水环境生态治理工程的长效运维设计

4.1 生态系统自我维持能力强化设计

强化生态系统的自我维持能力,是保障水环境生态治理工程长期稳定运行的关键。在设计过程中,要注重构建具有自我调节和自我修复能力的生态系统。例如,通过合理配置水生植物和水生动物,形成复杂的食物链和食物网,增强生态系统的稳定性^[4]。当某种生物数量发生变化时,其他生物可以通过食物链的调节作用,使生态系统恢复到平衡状态。要减少对人工干预的依赖。在设计工程设施时,尽量采用自然化的设计手法,降低设施的维护成本和管理难度。例如,采用生态护坡技术,利用植物的生长和根系的作用来固定岸坡,减少了对人工维护的需求。通过强化生态系统的自我维持能力,能够实现水环境的可持续发展,降低运维成本。

4.2 运维管理体系的工程适配性设计

建立科学合理的运维管理体系,是保障水环境生态治理工程正常运行的重要保障。运维管理体系的设计要与工程的特点和需求相适配。明确运维管理的责任主体和管理流程,确保各项工作能够有序开展。例如,对于大型的水环境生态治理工程,可以成立专门的运维管理机构,负责工程的日常维护和管理。要制定完善的运维管理制度和标准。明确运维管理的工作内容和要求,规范运维人员的操作行为。例如,制定水生植物养护管理制度,规定植物的修剪、施肥、病虫害防治等工作的具体要求和时间节点。通过运维管理体系的工程适配性设计,能够提高运维管理的效率和质量,保障工程的长期稳定运行。

4.3 治理效果动态调控的工程预留设计

水环境生态治理是一个动态的过程,受到多种因素的影响,治理效果可能会随着时间的推移而发生变化。在设

计过程中,要预留治理效果动态调控的空间。例如,在水体净化设施的设计中,可以设置可调节的进水口和出水口,根据水质的变化情况,调整水体的流量和净化时间,确保净化效果始终满足要求。进水口和出水口直径可调节范围为0.1-0.5米,可调节流量范围为10-50立方米/小时。要建立监测和评估机制,及时掌握水环境的变化情况和治理效果。根据监测和评估结果,对治理措施进行动态调整和优化。例如,如果发现水生植物的生长状况不佳,可以及时调整种植方案或采取相应的养护措施。通过治理效果动态调控的工程预留设计,能够使水环境生态治理工程始终保持良好的运行状态,实现水环境的持续改善。

结束语

水环境生态治理工程设计是一项复杂且系统的工程,需综合考虑多方面因素。从核心目标设定到关键要素把控,再到长效运维设计,每个环节都紧密相连。只有做好这些工作,才能确保治理工程发挥最大效益,实现水环境的持续改善和生态系统的稳定运行,为人类创造良好的生存环境。

参考文献

- [1]沈树平,杨清海,陶仙虎,等.基于多方位生态修复技术的河道水环境治理工程应用研究[J].生态与资源,2025(7):57-59.
- [2]杜文华.基于生态水利工程的河道治理生态设计分析[J].河南水利与南水北调,2025,54(4):37-38,80.
- [3]苏梦.水环境综合治理中的岸线生态修复设计[J].智能建筑与智慧城市,2024(7):132-134.
- [4]高琦.水环境生态治理在城市河湖治理工程中的应用[J].黑龙江环境通报,2025,38(3):122-124.