

水利水电工程对河流生态系统的影响评估与生态修复策略

崔宇泽

赤峰市水利规划设计研究院 内蒙古 赤峰 024000

摘要: 水利水电工程作为调节水资源、防洪抗旱、发电及航运等的重要基础设施,对社会发展起到了关键作用。然而,其建设与运营对河流生态系统产生了深远影响。本文旨在系统评估水利水电工程对河流生态系统的影响,并提出相应的生态修复策略,以期为水利水电工程的可持续发展提供参考。

关键词: 水利水电工程; 河流生态系统; 影响评估; 生态修复策略

引言

随着全球水资源需求的不断增长,水利水电工程的建设规模与数量日益扩大。然而,这些工程在带来显著经济效益的同时,也对河流生态系统造成了不可忽视的影响。因此,科学评估水利水电工程对河流生态系统的影响,并探索有效的生态修复策略,对于实现水资源的可持续利用和生态环境的保护具有重要意义。

1 水利水电工程对河流生态系统的影响评估

水利水电工程,作为人类利用水资源、发展经济和改善生活的重要手段,在全球范围内得到了广泛应用。然而,这些工程在带来巨大经济效益的同时,也对河流生态系统产生了深远的影响。本文将从水文条件的变化、水质的恶化、河流形态与连通性的改变以及生物群落的演变四个方面,分析水利水电工程对河流生态系统的影响。

1.1 水文条件的变化: 细流变缓, 生态流量失衡

水利水电工程的建设,尤其是大坝的修建,对河流的水文条件产生了显著影响。大坝作为河流上的巨大屏障,拦截了原本自由流淌的河水,使得上游水位显著升高。这种水位的上升,不仅改变了河流的纵向剖面,还导致了水流速度的减缓。原本湍急的河流,在大坝的阻挡下,变成了平静的湖面,水流速度大大降低。水流速度的变化,对河流生态系统中的水生生物产生了直接影响。许多水生生物,如鱼类、贝类等,对水流速度有着特定的适应性和依赖性。它们可能需要在特定的水流速度下觅食、繁殖或进行其他生命活动。然而,大坝的修建改变了这一条件,使得这些生物不得不面对新的生存环境。一些无法适应新水流速度的物种,可能会因此受到生存威胁,甚至面临灭绝的风险。此外,大坝还影响了河流的生态流量。生态流量是指维持河流生态系统健康所必需的水量和水流变化。它对于河流生态系统的稳定至关重要,影响着水生生物的生存、繁殖和迁徙^[1]。然

而,大坝的修建往往导致下游流量减少,破坏了原有的生态流量平衡。这种流量的减少,不仅影响了水生生物的生存环境,还可能对河流的生态系统功能产生深远影响。具体来说,流量的减少可能导致河流自净能力的下降,使得污染物更容易在河流中积累;同时,流量的减少还可能改变河流的温度、溶解氧等理化性质,进一步影响水生生物的生存。因此,大坝修建导致的生态流量失衡,是水利水电工程对河流生态系统产生重要影响的一个方面。

1.2 水质的恶化: 静水藏污, 生态受损

水库蓄水后,水体的交换速度明显减慢。原本流动的河水,在水库中变成了相对静止的水体。这种变化导致水体的自净能力大大降低,使得污染物更容易在水库中积累。如果水库周边存在农业面源污染、工业废水排放等问题,那么这些污染物就会随着水流进入水库,并在其中不断积累。污染物的积累,会导致水质的恶化。水库中的水体可能变得浑浊、富营养化甚至有毒。这种水质的变化,对水生生物来说无疑是一场灾难。它们可能因无法适应恶劣的水质环境而死亡,或者因摄入有毒物质而中毒。此外,水质的恶化还可能影响水生生物的繁殖和生长,使得它们的种群数量减少,甚至灭绝。除了污染物的积累外,水库底层水体的长期低温、缺氧状态也是导致水质恶化的重要原因。在水库中,由于水体交换速度减慢,底层水体往往处于低温、缺氧的状态。这种环境容易导致有害物质的产生和积累,如硫化氢等。这些有害物质对水生生物具有极强的毒性,可能导致它们的大量死亡。因此,水利水电工程导致的水质恶化,是另一个对河流生态系统产生重要影响的方面。它不仅影响了水生生物的生存和繁殖,还可能对整个河流生态系统的健康产生威胁。

1.3 河流形态与连通性的改变: 生境丧失, 迁徙受阻

天然河流通常具有复杂的河道形态,包括弯曲的河

道、浅滩、深潭、沙洲等。这些多样的河道形态为水生生物提供了丰富的栖息环境。然而,水利水电工程的建设往往改变了河流的形态和连通性。大坝的修建是改变河流形态和连通性的主要原因之一。大坝将原本连续的河流截断,形成了水库等静水区域。这种变化不仅改变了河流的纵向剖面,还破坏了河流的连续性。原本多样的河道形态被单一的静水区域所取代,导致水生生物的栖息环境大大减少。栖息环境的减少,对水生生物来说意味着生存空间的丧失。一些依赖特定栖息环境的生物,如某些鱼类、贝类等,可能因此无法找到适宜的生存环境而死亡或迁徙。此外,栖息环境的减少还可能导致水生生物种群数量的减少和遗传多样性的降低。除了栖息环境的减少外,大坝还阻碍了水生生物的迁徙通道。许多水生生物,如鱼类等,具有迁徙的习性。它们可能需要在不同的水域之间迁徙以完成繁殖、觅食等生命活动。然而,大坝的修建阻断了它们的迁徙通道,使得它们无法到达原本应该到达的水域。这种迁徙受阻的情况,可能导致水生生物种群数量的减少、遗传多样性的降低以及生态系统功能的紊乱^[2]。因此,水利水电工程导致的河流形态与连通性的改变,是另一个对河流生态系统产生重要影响的方面。它不仅影响了水生生物的栖息环境和迁徙通道,还可能对整个河流生态系统的稳定性和功能产生威胁。

1.4 生物群落的演变:结构失衡,功能受损

水利水电工程的建设不仅改变了河流的水文条件、水质和形态连通性,还导致了河流生物群落的演变。这种演变是河流生态系统对水利水电工程响应的综合体现,也是评估工程影响的重要指标之一。在大坝修建后,原本适应激流环境的生物数量可能显著减少甚至消失。这些生物可能无法适应新的静水环境或无法找到适宜的栖息环境而死亡。同时,一些适应静水环境的生物可能在 reservoir 中大量繁殖。这种生物群落结构的改变,可能导致食物链和食物网的结构发生变化。食物链和食物网是河流生态系统的重要组成部分,它们构成了生态系统中的物质循环和能量流动。然而,水利水电工程导致的生物群落结构改变可能破坏原有的食物链和食物网结构。一些原本处于食物链顶端的生物可能因食物来源的减少而数量减少或灭绝;而一些原本处于食物链底端的生物可能因缺乏天敌而大量繁殖,导致生态系统的失衡。此外,生物群落结构的改变还可能影响河流生态系统的功能。例如,一些水生植物和藻类可能因水流速度减缓而大量繁殖,导致水体富营养化;而一些能够净化水质的生物可能因无法适应新的环境而数量减少或消

失。这些变化都可能影响河流生态系统的自净能力和生态服务功能。

因此,水利水电工程导致的生物群落演变是河流生态系统响应工程建设的综合结果。它不仅反映了工程建设对河流生态系统的影响程度和范围,还可能导致生态系统结构和功能的失衡和受损。

2 水利水电工程对河流生态系统的生态修复策略

2.1 科学规划与合理设计:源头把控,生态优先

在水利水电工程的规划和设计阶段,科学合理地考虑河流生态系统的保护需求是至关重要的。这一阶段的工作,将直接决定工程对河流生态系统的影响程度和范围。因此,必须将生态保护理念贯穿于规划和设计的全过程,确保工程在带来经济效益的同时,也能最大限度地保护河流生态系统的健康。首先,应开展全面的生态环境影响评价。通过对河流生态系统的现状、功能、敏感性和脆弱性等方面进行深入分析,评估工程建设可能对河流生态系统产生的影响。基于评价结果,可以制定出更加科学合理的工程方案,明确工程建设的生态保护目标和措施。在工程设计过程中,应尽量采用生态友好型的设计方案。例如,对于大坝的设计,可以考虑设置鱼道,为鱼类等水生生物提供迁徙通道,减少大坝对它们迁徙行为的影响。同时,还可以设计生态流量泄放设施,确保在不同的时段和工况下,都能下泄足够的生态流量,以满足水生生物的生存需求和维持河流的生态功能。此外,还可以通过优化工程布局和选址,减少对河流生态系统的直接破坏。例如,尽量避免在生态敏感区或重要生态功能区建设水利水电工程;在工程建设过程中,尽量保持河流的自然形态和连通性,减少人工干预对河流生态系统的影响。

2.2 维持生态流量:科学调度,保障生态

生态流量是维持河流生态系统健康稳定的关键因素之一。在水利水电工程的运营过程中,应制定合理的调度方案,确保在不同的时段和工况下,都能下泄足够的生态流量。首先,需要对河流的生态流量需求进行深入研究。通过监测和分析河流的水文、生态和生物等方面的数据,可以确定河流在不同时段和工况下的生态流量需求。基于这些需求,可以制定出相应的调度方案,确保工程在运营过程中能够满足河流的生态流量需求。在制定调度方案时,需要充分考虑水利水电工程的运行特性和约束条件。例如,在枯水期或干旱年份,需要合理安排水库的蓄水和放水计划,确保下游河流的生态流量不受影响^[3]。同时,在洪水期或丰水年份,也需要通过科学的调度手段,减少洪水对河流生态系统的冲击和破

坏。此外,还可以利用现代科技手段,如遥感、GIS等,对河流的生态流量进行实时监测和预警。通过及时发现和处理生态流量异常的情况,可以确保河流生态系统的健康稳定得到持续有效的保障。

2.3 水质保护与生态修复:综合治理,提升自净

水质是河流生态系统健康的重要指标之一。在水利水电工程的建设和运行过程中,应采取有效的水质保护措施,确保库区和上下游水体的水质安全。首先,需要加强对库区和上下游水体的监测工作。通过定期监测水质指标,如溶解氧、氨氮、重金属等,可以及时了解水质状况,为制定针对性的保护措施提供科学依据。在监测的基础上,需要严格控制污染源的排放。对于工程周边的工业企业和农业面源污染,应加强监管和治理力度,确保污染物达标排放。同时,还可以通过建设污水处理设施、采用清洁生产技术等手段,减少污染物的产生和排放。除了控制污染源外,还可以利用生态修复技术来改善水体水质和生态环境。例如,可以在库区或上下游水体中建设人工湿地、生态浮岛等生态修复设施。这些设施能够有效吸收和降解水中的污染物,提高水体的自净能力。同时,它们还能为水生生物提供适宜的栖息环境,促进河流生态系统的恢复和发展。此外,还可以通过生态调水、人工增氧等手段,改善河流的水质和生态环境。这些措施能够有效地提高水体的溶解氧含量和生物多样性,促进河流生态系统的健康稳定发展。

2.4 生物多样性保护与恢复:多措并举,提升稳定性

生物多样性是河流生态系统的重要特征之一。在水利水电工程的建设和运营过程中,应积极采取保护和恢复生物多样性的措施,确保河流生态系统的稳定性和抵抗力。首先,需要加强对水生生物种的监测和研究工作。通过定期监测和调查水生生物的种类、数量、分布和栖息地等状况,可以及时了解生物多样性的变化情况和存

在的问题。基于监测结果,可以制定出针对性的保护方案,确保珍稀濒危物种得到有效保护。在保护珍稀濒危物种的同时,还需要积极恢复河流生态系统的生物多样性^[4]。例如,可以建设鱼类增殖放流站,人工培育和放流珍稀鱼类;同时,还可以在河流中设置人工鱼礁、生态堤岸等设施,为水生生物提供适宜的栖息和繁殖环境。此外,还可以通过建立水生生物保护区、制定渔业管理法规等手段,加强对河流生物多样性的保护和管理。这些措施能够有效地保护水生生物的栖息地和繁殖场所,减少人类活动对它们的影响和干扰。同时,它们还能促进河流生态系统的恢复和发展,提高生态系统的稳定性和抵抗力。

结语

水利水电工程对河流生态系统的影响是多方面的,涉及水文条件、水质、河流形态与连通性以及生物群落等多个层面。为了减轻这些影响并实现河流生态系统的可持续利用,需要采取科学规划与合理设计、维持生态流量、水质保护与生态修复、生物多样性保护与恢复等策略。未来,随着科技的不断进步和环保意识的不断提高,有理由相信水利水电工程与河流生态系统的和谐共存将成为可能。

参考文献

- [1]赖丁全.水利工程对河流生态系统的累积影响及对策研究[J].中国水运,2024,(17):63-65.
- [2]吴红艳.水利工程对河流生态系统的影响研究[J].水上安全,2024,(15):94-96.
- [3]王猛,彭笑孔,周明明.水利工程对河流生态系统的影响及其改善措施[J].水利规划与设计,2024,(06):85-88.
- [4]吉美慧.水利工程对河流生态系统的影响及生态水利工程建设[J].皮革制作与环保科技,2021,2(22):42-44.