

水利工程对区域生态环境的影响评估及缓解措施分析

茹会朝

石家庄市滹沱河生态工程运维服务中心 河北 石家庄 050000

摘要：水利工程作为国家基础设施建设的关键部分，在防洪、灌溉、发电、航运等领域发挥着不可替代的作用。然而，其建设与运行不可避免地对区域生态环境产生多方面且复杂的影响。本文深入剖析水利工程对区域生态环境的影响，涵盖水文情势、水生生态系统、陆生生态系统、土壤环境以及社会环境等方面，并详细阐述相应的缓解措施，旨在为水利工程的可持续发展提供科学且具操作性的依据，达成水利工程与区域生态环境协同共进的目标。

关键词：水利工程；区域生态环境；影响评估；缓解措施

1 引言

水利工程是人类为控制和调配自然界的地表水和地下水，以实现除害兴利目的而兴建的工程。随着社会经济的蓬勃发展，水利工程建设规模持续扩大，对区域经济社会的发展起到了坚实的支撑作用。但与此同时，水利工程改变了自然的水文循环过程以及生态系统结构与功能，引发了一系列生态环境问题。例如，一些大型水库建成后，周边地区出现了土壤盐渍化、生物多样性降低等现象。因此，精准评估水利工程对区域生态环境的影响，并采取切实有效的缓解措施，对于保障生态安全、促进经济社会可持续发展具有至关重要的意义。

2 水利工程对区域生态环境的影响评估

2.1 对水文情势的影响

2.1.1 径流变化

水利工程建设会显著改变河流的径流特征。以三峡水库为例，自2003年蓄水以来，长江中下游干流径流过程发生了明显变化。在蓄水初期，下游宜昌站多年平均径流量较蓄水前减少了约5%-10%。水库的调节作用使得下游河道径流的年内分配更加均匀，丰水期（5-10月）径流量占全年径流量的比例由蓄水前的70%-75%降低至65%-70%，而枯水期（11-次年4月）径流量占比相应增加。这种径流变化影响了河流的输沙能力，据监测数据显示，三峡水库蓄水后，坝下游河道年均输沙量从蓄水前的约5.3亿吨减少至目前的约0.5亿吨，减少了约90%，导致河道淤积问题凸显，部分河段河床抬高了1-2米。

2.1.2 地下水位变化

水利工程还会影响周边地区的地下水位。在一些平原地区，水库蓄水后，地下水位普遍上升。例如，在某水库周边地区，蓄水后地下水位平均上升了1-3米。地下水位上升会导致土壤中的盐分随水分上升到地表，在蒸发作用下，盐分在土壤表层积累，引发土壤盐渍化问

题。据调查，该地区土壤盐渍化面积从蓄水前的约1000公顷扩大到了目前的约3000公顷，严重影响了当地农业生产。

2.2 对水生生态系统的影响

2.2.1 水生生物栖息地破坏

水利工程建设，如大坝的修建，会阻断河流的纵向连通性，使水生生物的洄游通道受阻。以中华鲟为例，这种珍稀鱼类需要洄游到长江上游的金沙江段进行产卵繁殖。葛洲坝的修建使中华鲟无法到达原有的产卵场，其产卵场面积从原来的约100平方公里缩小到了目前的约10平方公里^[1]。同时，水库蓄水后，水流速度减缓，水体自净能力下降。研究表明，水库蓄水后，水体中的溶解氧含量平均降低了1-2mg/L，氨氮、总磷等污染物浓度有所上升，一些对水质要求较高的水生生物，如胭脂鱼等，其生存受到严重威胁，种群数量急剧减少。

2.2.2 生物多样性降低

水利工程改变了水生生态系统的结构和功能，导致生物多样性降低。据统计，三峡水库蓄水后，长江中下游鱼类种类从蓄水前的约140种减少到了目前的约120种，一些特有鱼类如白鲟已功能性灭绝。同时，水文情势的改变影响了水生生物的食物链和食物网结构。浮游生物的种类和数量发生了变化，以浮游生物为食的鱼类食物来源减少，进而影响了整个水生生态系统的稳定性。此外，水利工程还可能引入外来物种，如福寿螺等，对本地水生生物造成威胁，进一步降低生物多样性。

2.3 对陆生生态系统的影响

2.3.1 土地淹没与植被破坏

水利工程建设需要占用大量的土地，水库蓄水会导致周边地区被淹没，大量植被被破坏。以三峡工程为例，工程淹没陆地面积约632平方公里，涉及2个市、11个县、171个乡（镇）。其中，有林地面积约200平方公

里,灌木林地面积约100平方公里。植被的破坏改变了陆地生态系统的景观格局,影响了植被的生态功能。据监测,水库蓄水后,周边地区的植被覆盖率从蓄水前的约60%降低到了目前的约40%,水土流失面积增加了约200平方公里,每年土壤侵蚀量增加了约50万吨。

2.3.2 野生动物栖息地破碎化

水利工程建设使野生动物的栖息地被分割成多个小块,导致栖息地破碎化。以某大型水库周边地区的猕猴为例,水库建设前,猕猴的栖息地是一个连续的整体,面积约50平方公里。水库建成后,栖息地被分割成了5个小块,面积最大的约15平方公里,最小的仅约3平方公里^[2]。栖息地的破碎化影响了猕猴的迁徙、觅食和繁殖,导致猕猴种群数量从原来的约500只减少到了目前的约300只。同时,栖息地的破碎化还会影响物种的基因交流,降低物种的遗传多样性,增加物种灭绝的风险。

2.4 对土壤环境的影响

2.4.1 土壤盐渍化

在干旱和半干旱地区,水利工程的建设和运行会影响地下水的动态平衡,导致地下水位上升,进而引发土壤盐渍化。例如,在新疆某灌区,由于大量引用河水进行灌溉,且排水不畅,地下水位从原来的3-5米上升到了目前的1-2米。土壤中的盐分随水分上升到地表,在蒸发作用下,盐分在土壤表层积累,土壤盐渍化面积不断扩大。据调查,该灌区土壤盐渍化面积从20世纪80年代的约5万公顷扩大到了目前的约15万公顷,占灌区总面积的比例从约20%上升到了约60%。土壤盐渍化导致土壤肥力下降,农作物产量降低,部分土地甚至荒漠化。

2.4.2 土壤侵蚀加剧

水利工程建设会改变地形地貌,破坏原有的植被覆盖,使土壤失去保护。同时,水库蓄水后,水流速度减缓,泥沙淤积在水库中,下游河道泥沙来源减少,河床下切,导致两岸土壤侵蚀加剧。例如,在黄河小浪底水库蓄水后,下游河道河床平均下切了2-3米,两岸土壤侵蚀模数从原来的约2000t/km²·a增加到了目前的约3000t/km²·a。此外,水利工程施工过程中的开挖、填筑等活动也会造成大量的土壤侵蚀。据统计,某大型水利工程施工期间,年均土壤侵蚀量达到了约10万吨。

3 水利工程对区域生态环境影响的缓解措施分析

3.1 优化水利工程设计规划

3.1.1 生态调度

在水利工程的设计和运行过程中,应充分考虑生态需求,实施生态调度。生态调度是指根据河流生态系统的需水要求,合理调整水库的蓄水和放水过程,保证下

游河道有足够的水量和适宜的水文情势,以满足水生生物的生存和繁殖需求。例如,三峡工程在实施生态调度时,会在鱼类繁殖季节(4-6月)适当增加下游河道的流量,使宜昌站流量维持在8000-12000m³/s之间,为鱼类提供适宜的产卵环境。通过生态调度,一定程度上缓解了水利工程对鱼类繁殖的影响。据监测,实施生态调度后,中华鲟的产卵规模有所增加,产卵量从之前的约10万粒增加到了目前的约20万粒。

3.1.2 生态护岸设计

在水利工程建设中,应采用生态护岸技术,保护河流生态系统。生态护岸是指采用天然材料或仿天然材料构建的护岸结构,它既能保护河岸免受水流冲刷,又能为水生生物和陆生生物提供栖息和繁衍的场所。例如,在某河流治理工程中,采用了植被护岸和石笼护岸相结合的技术。植被护岸选用当地适生的水生植物,如芦苇、菖蒲等,其根系可以固定土壤,减少水土流失,同时为水生生物提供食物和栖息地。石笼护岸则采用钢丝网箱填充块石,形成具有一定孔隙率的护岸结构,有利于水生生物的通行和栖息。实施生态护岸后,该河流的水质得到了改善,水生生物种类和数量有所增加,河岸带植被覆盖率从原来的约30%提高到了目前的约60%。

3.2 保护和恢复水生生态系统

3.2.1 建设过鱼设施

为了解决水利工程对鱼类洄游的阻碍问题,应建设过鱼设施,如鱼道、鱼闸、升鱼机等。过鱼设施可以为鱼类提供洄游通道,帮助它们顺利通过大坝,到达产卵场和觅食地。以三峡工程的升鱼机为例,该升鱼机总高度约110米,可提升鱼类至坝上水库。在设计过程中,充分考虑了鱼类的生物学特性和行为习性,采用了集运鱼系统和提升系统相结合的技术。集运鱼系统通过设置在水库中的集鱼船和输鱼管道,将鱼类收集并输送到升鱼机入口;提升系统则利用电梯原理,将鱼类提升至坝上水库^[3]。自升鱼机投入运行以来,已成功运输了多种鱼类,如草鱼、鲢鱼等,据了解累计运输量超过了10万尾,为鱼类洄游提供了一定的保障。

3.2.2 人工增殖放流

人工增殖放流是指通过人工繁殖和培育水生生物,然后将其放流到自然水域中,以增加水生生物的种群数量。在水利工程影响的水域,可以开展人工增殖放流活动,补充鱼类等水生生物的资源量。例如,在长江流域,每年都会开展大规模的中华鲟人工增殖放流活动。科研人员通过人工繁殖技术,培育出大量的中华鲟幼鱼,然后将其放流到长江中。据统计,近年来每年放流

的中华鲟幼鱼数量达到了约10万尾。同时，应加强对放流生物的监测和管理，通过标记、追踪等技术手段，了解放流生物的生存和繁殖情况，确保放流效果。

3.3 保护和恢复陆生生态系统

3.3.1 生态补偿

对于因水利工程建设而破坏的陆生生态系统，应实施生态补偿措施。生态补偿是指通过经济手段，对生态保护者或受损者进行补偿，以激励生态保护行为，促进生态系统的恢复和重建。例如，在某水库建设过程中，对因土地淹没而失去生计的农民进行了经济补偿，补偿标准按照淹没土地的面积和土地类型确定，平均每亩补偿约1-2万元。同时，对因植被破坏而受损的生态系统进行了植被恢复和重建，通过植树造林、种草等措施，增加了植被覆盖。据统计，该地区累计植树造林面积达到了约5000公顷，种草面积达到了约3000公顷，植被覆盖率从原来的约40%提高到了目前的约60%。

3.3.2 建立自然保护区

在水利工程周边地区，可以建立自然保护区，保护野生动物的栖息地和生物多样性。自然保护区可以为野生动物提供安全的生存环境，减少人类活动对它们的干扰。例如，在三峡库区建立了多个自然保护区，总面积达到了约1000平方公里^[4]。这些自然保护区保护了多种珍稀野生动物，如金丝猴、林麝等。通过加强对自然保护区的管理和监测，野生动物的种群数量有所增加。据调查，金丝猴的种群数量从保护区建立前的约500只增加到了目前的约800只。

3.4 防治土壤盐渍化和侵蚀

3.4.1 排水工程措施

为了防治土壤盐渍化，应建设完善的排水工程系统，降低地下水位。排水工程措施包括明沟排水、暗管排水等。以新疆某灌区为例，该灌区采用了明沟排水和暗管排水相结合的技术。明沟排水系统每隔50-100米设置一条排水沟，沟深1.5-2米，沟宽1-1.5米；暗管排水系统则采用塑料排水管，埋深1.2-1.8米，间距10-15米。通过排水工程，将土壤中的多余水分排出，减少盐分在土壤表层的积累。实施排水工程后，该灌区地下水位平均下降了1-1.5米，土壤盐渍化面积从原来的约15万公顷减少

到了目前的约10万公顷。同时，应合理灌溉，避免大水漫灌，提高灌溉水的利用效率。采用滴灌、喷灌等节水灌溉技术，可使灌溉水利用效率从原来的约40%提高到目前的约70%。

3.4.2 水土保持措施

为了防治土壤侵蚀，应采取水土保持措施，如植树造林、种草、修建梯田等。植树造林和种草可以增加植被覆盖，减少水土流失；修建梯田可以改变地形坡度，减缓水流速度，降低土壤侵蚀强度。例如，在黄土高原某地区，通过大规模的植树造林和种草活动，植被覆盖率从原来的约20%提高到了目前的约60%，土壤侵蚀模数从原来的约5000t/km²·a降低到了目前的约1000t/km²·a。同时，在坡耕地修建梯田，可使土壤侵蚀量减少约70%-80%。此外，还应加强对水利工程施工过程中的水土保持管理，在施工区域设置拦挡、排水等设施，减少施工过程中的土壤侵蚀。

结语

水利工程在带来经济效益和社会效益的同时，对区域生态环境产生多方面复杂影响，包括水文情势、生态系统及土壤环境的改变。通过优化设计与规划、保护恢复生态系统、防治土壤问题等措施，可减轻不利影响，如生态调度、过鱼设施等已见成效。展望未来，随着生态保护意识增强，水利工程将更注重环保，利用大数据、人工智能进行实时监测预警，并加强跨学科研究整合知识技术，提高公众参与度，共同促进水利工程与生态环境和谐共生，支持经济社会可持续发展。同时这还需要政府、企业和科研机构共同努力，以实现更加科学和可持续的发展路径。

参考文献

- [1]于光林,郭梦娇,刘阔.水利工程建设对区域生态环境的影响及建设策略研究[J].棉花科学,2024,46(04):83-85.
- [2]金春爱.水利工程建设对水生态环境系统影响分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(12):91-93.
- [3]赵学勇.水利工程中生态环境保护技术的发展与应用[J].水上安全,2025,(06):166-168.
- [4]杨益平.农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略[J].大众标准化,2024,(22):80-82.