

水利工程中生态环境保护技术的发展与应用

朱文明

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：水利工程在国民经济发展中占据重要地位，但其对生态环境的影响不容忽视。本文探讨了水利工程中生态环境保护技术的发展与应用，分析了水利工程对生态环境的影响，阐述了节能减排技术、清洁生产技术、生态修复技术等关键技术的原理与应用，并结合国内外典型案例，论证了这些技术在实际中的成效。同时，文章还指出了当前面临的挑战，并提出了加强科研创新、完善法规标准、强化监管执法等对策。

关键词：水利工程；生态环境；保护技术；绿色发展

引言

水利工程作为国民经济发展的重要基础设施，在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着不可替代的作用。然而，水利工程的建设和运营往往会对周边的生态环境产生一系列影响，如破坏植被、改变水文条件、影响生物多样性等。随着环保意识的增强和可持续发展理念的深入人心，如何在水利工程中实现生态环境保护，成为了一个亟待解决的问题。本文旨在探讨水利工程中生态环境保护技术的发展与应用，分析其在实践中的成效与挑战，并提出相应的对策。

1 水利工程对生态环境的影响

1.1 对水文条件的影响

1.1.1 改变水流特性

水利工程的建设和运营，如水库、堤坝等，会改变河流的自然水流特性。水库的蓄水功能会导致下游河流水量减少，流速变慢，进而影响河流的自净能力和生态系统的平衡。例如，一些河流在修建水库后，下游的河床出现了淤积现象，这不仅改变了河流的形态，还影响了河流的生物栖息地。

1.1.2 影响地下水水位

大型水利工程的建设和运营可能会对地下水水位产生影响。一方面，水库的蓄水可能会增加地下水的补给量，导致地下水水位上升；另一方面，水利工程的建设和运营可能会截断地下水的补给通道，导致地下水水位下降。地下水水位的变化会进一步影响周边的植被生长、土壤湿度以及生态系统的稳定性。

1.2 对植被的影响

1.2.1 破坏原有植被

水利工程的施工过程往往需要占用大量的土地，这不可避免地会破坏原有的植被。植被的破坏会导致土壤侵蚀加剧，水土流失严重，进而影响生态系统的平衡^[1]。

例如，在一些山区的水利工程建设中，由于大量砍伐树木和开挖土地，导致了严重的水土流失和山体滑坡等地质灾害。

1.2.2 改变植被分布

水利工程的建设和运营会改变周边的水热条件，进而影响植被的分布和生长。例如，水库的建设可能会导致周边地区的气候变得湿润，有利于一些喜湿植物的生长；而堤坝的建设可能会阻断河流与周边湿地的联系，导致湿地植被的退化。

1.3 对生物多样性的影响

1.3.1 影响水生生物

水利工程的建设和运营会对水生生物的生存环境产生重大影响。水库的蓄水会改变河流的水文条件，如水温、流速、水质等，进而影响水生生物的生存和繁殖。例如，一些鱼类对水流速度和水温有特定的要求，水库的蓄水可能会导致这些鱼类无法适应新的生存环境而死亡或迁徙。

1.3.2 影响陆生生物

水利工程的建设和运营也会对陆生生物的生存环境产生影响。例如，水利工程的施工可能会破坏动物的栖息地，导致动物种群数量减少或迁徙。同时，水利工程的建设和运营还可能会阻断动物的迁徙通道，影响动物的基因交流和种群繁衍。

2 水利工程中生态环境保护技术的发展

2.1 节能减排技术

2.1.1 高效节能设备的应用

在水利工程中，采用高效节能设备是减少能源消耗和温室气体排放的重要手段。例如，在水泵的选择上，可以采用高效水泵代替传统水泵。高效水泵采用先进的涡轮设计和节流装置，能够提高抽水效率，减少能源消耗。据相关研究表明，采用高效水泵可以比传统水泵节

省20%以上的能源。

2.1.2 新能源的利用

随着新能源技术的不断发展,水利工程中新能源的利用也越来越广泛。例如,在一些小型水利工程中,可以采用太阳能光伏板为泵站提供电力。太阳能是一种清洁、可再生的能源,其利用过程中不会产生温室气体排放,有利于实现水利工程的绿色发展。

2.2 清洁生产技术

2.2.1 低碳材料的选择和使用

在水利工程建设中,选择低碳材料是实现清洁生产的重要举措。低碳材料在其生产过程中产生的二氧化碳排放量较低,有利于减少温室气体的排放。例如,在混凝土结构中使用高性能混凝土代替传统混凝土^[2]。传统混凝土的生产过程中需要消耗大量的水泥,而水泥的生产过程会产生大量的二氧化碳排放。高性能混凝土具有强度高、耐久性好等特点,可以减少水泥的使用量,从而降低二氧化碳排放。

2.2.2 污染治理和废弃物处理技术

水利工程的施工过程中会产生大量的污染物和废弃物,如建筑废弃物、工业废水、固体废弃物等。这些废弃物如果不进行有效的处理和治理,将对周边的环境和生态系统造成严重的污染和破坏。因此,采用适当的污染治理和废弃物处理技术至关重要。例如,在污水处理方面,可以采用生物膜法、膜分离技术等先进的污水处理技术。生物膜法利用微生物在固定化膜上附着生长的方式进行污染物降解,具有处理效率高、处理效果稳定等优点;膜分离技术则通过使用微孔或纳米孔大小的膜来将溶质和溶剂分离开,可以高效地去除污染物。

2.3 生态修复技术

2.3.1 河岸生态修复

河岸生态修复是水利工程中生态环境保护的重要一环。传统的水利工程往往采用混凝土护岸,这种护岸方式虽然能够防止河岸侵蚀,但会对河岸生态系统造成破坏。因此,可以采用生态护岸技术,如种植本土植物、构建人工湿地等。本土植物能够固土护坡,减少水土流失;人工湿地则能够净化水质,为水生生物提供栖息地。例如,在德国的埃姆舍河流域治理工程中,治理团队拆除了混凝土护岸,恢复了自然河岸形态,并种植了本土芦苇、香蒲等水生植物,重建了鱼类产卵区,取得了良好的生态修复效果。

2.3.2 水库生态修复

水库的建设和运营会对水库周边的生态系统产生影响。为了修复水库周边的生态系统,可以采用水库生态

修复技术,如建设生态鱼道、实施人工增殖放流等^[3]。生态鱼道能够为鱼类提供迁徙通道,减少水库建设对鱼类种群的影响;人工增殖放流则能够增加水库中的鱼类资源,改善水库的水质和生态系统。

3 水利工程中生态环境保护技术的应用案例

3.1 国内案例

3.1.1 永定河生态补水工程

永定河生态补水工程是中国水利工程中生态环境保护技术应用的典型案例。永定河曾长期断流,导致生态系统严重退化。为了修复永定河的生态系统,中国实施了永定河生态补水工程。通过万家寨引黄工程、南水北调中线等多水源联合调度,向永定河北京段补水2.96亿立方米。补水前实施了河床清理、深槽开挖与沙坑回填等措施,形成了连续水面18公里。生态基流恢复后,沉水植物覆盖率从7%增至32%,鸟类种类由89种增至153种。该项目展示了跨区域水资源调配在生态修复中的重要作用,也体现了生态补水技术在水利工程中的成功应用。

3.1.2 深圳茅洲河流域综合治理

深圳在茅洲河流域综合治理工作中创新性引入EOD(生态环境导向的开发)模式。针对流域工业用地比例高、污染企业多、水体污染严重等问题,从生态环境治理与城市发展建设两方面综合考虑,将流域综合治理和沿途滨水地区城市更新的工作有机结合。通过流域沿途污染企业整治、雨污管网完善、河道底泥清淤、生态环境修复、滨水绿带构建等污染治理手段重构区域生态网络,为城市发展创造良好生态基底。在此基础上,通过公共设施完善、绿色交通提升、城市布局优化、特色文脉传承等手段提升城市整体环境质量,为后续产业运营提供优质条件。最后,通过产业结构调整、高端人才引进等激活区域活力,实现城市提质增效的可持续发展。这一案例展示了EOD模式在水利工程中生态环境保护与治理方面的创新应用。

3.2 国外案例

3.2.1 德国埃姆舍河流域治理工程

德国埃姆舍河流域治理工程是欧洲工业区生态修复的标杆。该河流流经鲁尔工业区,二十世纪因煤矿开采与工业废水排放,河道淤塞严重,水体黑臭,生态系统崩溃。治理团队采用“分阶段修复”策略:首先构建地下污水管网,将生活与工业废水统一输送至处理厂;其次拆除混凝土护岸,恢复自然河岸形态,种植本土芦苇、香蒲等水生植物,重建鱼类产卵区;最后在河道两侧建设人工湿地,利用植物根系吸附重金属污染物。经过三十年持续治理,埃姆舍河溶解氧含量从0.2mg/L升至

8.5mg/L, 鲑鱼种群重现, 沿岸建成总长470公里的生态步道。该项目证明, 工业遗产区生态修复需注重污染源控制与栖息地重建的协同, 为水利工程中的生态修复提供了宝贵的经验。

3.2.2 新加坡ABC水计划

新加坡ABC水计划(Active, Beautiful, Clean Waters)开创热带城市雨洪管理新模式。针对土地资源紧张与暴雨频发矛盾, 政府将排水沟渠改造为生态明渠, 例如碧山宏茂桥公园内3.2公里长河道。工程师拆除混凝土排水沟, 拓宽河道至100米, 利用天然石材堆砌护坡, 形成阶梯式湿地。河道平时作为市民亲水空间, 暴雨时水位可上升2米滞洪。配套建设生物滞留池、透水铺装与屋顶花园, 使雨水径流系数从0.65降至0.35。该计划集成水文调节、生物多样性保护与公共空间营造, 使85%国土面积实现“15分钟步行可达亲水空间”目标。这一案例展示了在城市化进程中, 如何通过水利工程中的生态环境保护技术实现雨洪管理、生物多样性保护与公共空间营造的多重目标。

4 水利工程中生态环境保护技术面临的挑战与对策

4.1 面临的挑战

(1) 技术成本较高: 一些先进的生态环境保护技术, 如高效节能设备、生态修复技术等, 其成本往往较高。这在一定程度上限制了这些技术在水利工程中的广泛应用。例如, 采用高性能混凝土虽然可以减少二氧化碳排放, 但其成本通常比传统混凝土高; 生态护岸技术的建设成本也比传统混凝土护岸高。(2) 法规标准不完善: 目前, 我国在水利工程中生态环境保护方面的法规标准还不够完善。这导致一些水利工程在建设和运营过程中缺乏明确的环保要求和监管依据。例如, 对于水利工程中的节能减排、污染治理等方面, 缺乏具体的法规标准和监管措施。(3) 监管执法难度大水利工程通常涉及多个部门和地区, 其监管执法难度较大。一些水利工程在建设和运营过程中可能存在环保违规行为, 但由于监管执法力量不足或信息不对称等原因, 难以及时发现和处理。

4.2 对策

(1) 加强科技创新: 加大对水利工程中生态环境保护技术的科研投入, 鼓励企业和科研机构开展技术创新和研发。通过降低技术成本、提高技术性能等方式, 推

动先进技术在水利工程中的广泛应用。例如, 可以研发更加高效、低成本的节能减排设备和生态修复技术。

(2) 完善法规标准: 建立健全水利工程中生态环境保护方面的法规标准体系, 明确水利工程建设和运营过程中的环保要求和监管依据。加强对水利工程环保违规行为的处罚力度, 提高违法成本。例如, 可以制定水利工程节能减排、污染治理等方面的具体法规标准和监管措施^[4]。(3) 强化监管执法: 加强水利工程的监管执法力度, 建立健全跨部门、跨地区的监管执法机制。加强对水利工程建设和运营过程中的环保监测和检查, 及时发现和处理环保违规行为。同时, 加强信息公开和社会监督, 鼓励公众参与水利工程的环保监管。

结语

水利工程在国民经济发展中发挥着重要作用, 但其对生态环境的影响也不容忽视。随着环保意识的增强和可持续发展理念的深入人心, 水利工程中的生态环境保护技术得到了广泛的关注和应用。通过采用节能减排技术、清洁生产技术和生态修复技术等先进技术, 可以在一定程度上减少水利工程对生态环境的影响, 实现经济效益、社会效益和生态效益的有机统一。然而, 目前水利工程中的生态环境保护技术还面临着技术成本较高、法规标准不完善、监管执法难度大等挑战。为了推动水利工程中生态环境保护技术的进一步发展, 需要加强科技创新、完善法规标准、强化监管执法等措施。只有这样, 才能实现水利工程与生态环境的和谐共生, 为人类的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]刘德玖.水利工程施工及生态环境保护措施探讨[J].中华建设,2025,(03):91-93.
- [2]常大伟.水利工程绿色施工技术与生态环境保护研究[J].中国战略新兴产业,2025,(06):98-100.
- [3]彭菲,孟令明,崔新颖,等.水利工程建设与保护生态环境可持续发展[C]//河海大学,浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院),浙江省水利学会.2024(第十二届)中国水生态大会论文集.松辽水利委员会水文局(信息中心),2024:1308-1314.
- [4]刘志福.水利工程建设中的水土保持与生态环境保护研究[J].工程建设与设计,2024,(19):126-128.