

水利水电工程中的生态修复技术与实践

金哲

330103*****137X

摘要: 水利水电工程在提供清洁能源和水资源管理方面发挥着重要作用,但其建设也可能对生态环境造成一定影响。本文探讨了水利水电工程中的生态修复技术与实践,分析了生态修复的重要性、技术手段和实施策略。文中详细阐述了生态修复技术在水生生态系统、陆生生态系统和景观层面的应用,并提出了完善生态修复实践的建议,包括政策支持、技术集成和公众参与。通过这些措施,可以有效减轻水利水电工程对生态环境的影响,促进生态系统的恢复和可持续发展,为水利水电工程的生态友好型建设提供参考。

关键词: 水利水电工程; 生态修复; 水生生态系统; 陆生生态系统; 景观

DOI: 10.69979/3060-8767.25.11.052

引言

水利水电工程作为重要的基础设施,在全球能源供应和水资源管理中占据着关键地位。然而,这些工程的建设和运营对生态环境产生了多方面的影响,包括水文条件改变、生物多样性受损和生态系统功能退化等。为了实现水利水电工程的可持续发展,生态修复技术的应用变得尤为重要。生态修复旨在通过科学的方法和技术手段,恢复受损生态系统的结构和功能,促进生态系统的自我修复能力。近年来,随着生态学、环境科学和工程学的交叉发展,生态修复技术在水利水电工程中的应用逐渐受到关注。本文将从生态修复技术的基本原理、应用领域和实施策略等方面进行探讨,旨在为水利水电工程的生态友好型建设提供科学依据和实践指导。

1 水利水电工程对生态环境的影响

1.1 水文条件的改变

水利水电工程的建设通常涉及大坝的修建和水库的形成,这些工程措施显著改变了河流的水文条件。大坝的建设阻断了河流的自然流动,导致水流速度减缓、水位抬升和水温分层等现象。这些变化影响了河流的水量、水质和水温,进而对水生生物的栖息地和生存环境产生不利影响。例如,水流速度的减缓可能导致河流中的溶解氧含量降低,影响鱼类和其他水生生物的呼吸和生存。此外,水位的抬升和水温分层可能改变河流的生态位,影响水生生物的分布和繁殖。

1.2 生物多样性的受损

水利水电工程对生物多样性的影响主要体现在水生生物和陆生生物两个方面。对于水生生物而言,大坝的建设阻断了鱼类的洄游通道,影响了鱼类的繁殖和生

存。许多鱼类依赖河流的自然流动进行洄游繁殖,大坝的存在使它们无法到达适宜的产卵场,导致种群数量下降。此外,水库的形成改变了河流的水文条件,影响了水生生物的栖息地和食物链结构。对于陆生生物而言,水利水电工程的建设可能导致栖息地的破坏和碎片化,影响野生动物的生存和迁徙。例如,水库的淹没区可能导致大量植被被淹没,影响陆生动物的栖息地和食物来源。

1.3 生态系统功能的退化

水利水电工程的建设和运营可能导致生态系统功能的退化,包括水质净化、洪水调节和生物生产等功能。水库的形成可能导致水流速度减缓,水体自净能力下降,进而影响水质净化功能。此外,大坝的建设可能改变河流的洪水过程,削弱洪水调节功能。洪水是河流生态系统的重要生态过程,能够维持河流的生态位和生物多样性。大坝的建设可能导致洪水过程的改变,影响河流生态系统的健康和稳定。同时,生态系统功能的退化还可能导致生物生产力的下降,影响生态系统的生态服务功能。

2 水利水电工程中的生态修复技术

2.1 水生生态系统的修复技术

水生生态系统修复是水利水电工程生态修复的核心组成部分。其核心目标是恢复河流的自然流动属性,改善水生生物的栖息条件,加速水生生物多样性的恢复进程。常用修复手段包括鱼类洄游通道建设、河流形态修整以及水质改善措施的实施。鱼类洄游通道建设旨在为鱼类提供洄游路径,帮助它们到达适宜的产卵区域,可通过修建鱼道、鱼梯或鱼闸等方式实现,设计时需充

分考虑鱼类的游泳能力与洄游习惯。河流形态修整通过还原河流的自然弯曲形态与深浅差异，增加河流生态位的多样性，为水生生物提供更多栖息空间。水质改善措施包含污水处理设施修建、生态护坡建设及湿地修复等，核心目的是提高水体自净能力与水质水平。

2.2 陆生生态系统的修复技术

陆生生态系统修复主要针对水利水电工程建设造成的栖息地破坏与碎片化问题，目标是改善陆生生物的栖息环境，推动生物多样性恢复。常见修复技术包括植被恢复、野生动物通道建设与生态廊道打造。植被恢复通过种植本地植物，恢复受损区域的植被覆盖，为陆生动物提供栖息地与食物来源。野生动物通道建设旨在为野生动物提供安全迁徙路径，帮助它们跨越水利水电工程设施，可通过建设地下通道、空中走廊或生态桥等方式实现，设计需结合野生动物的行为特点与迁徙路线。生态廊道打造通过连接碎片化栖息地，促进生物基因交流与种群恢复。

2.3 景观层面的生态修复技术

景观层面生态修复关注水利水电工程对流域整体景观的影响，旨在通过综合规划与设计，恢复流域生态系统的完整性与连通性。常用修复技术包括流域生态规划、生态网络构建与生态补偿机制实施。流域生态规划需综合考虑流域内水资源、土地利用及生态保护需求，制定科学合理的生态修复方案。生态网络构建通过连接流域内的生态斑块与廊道，形成完整生态网络，推动生物迁徙与生态系统恢复。生态补偿机制实施借助经济手段，补偿因水利水电工程建设受损的生态系统服务功能，为生态修复工作提供支持。

3 水利水电工程生态修复的实施策略

3.1 生态修复规划与设计

生态修复规划与设计是水利水电工程生态修复的关键环节，目的是制定科学合理的生态修复方案，确保生态修复工作有序推进。生态修复规划需综合分析流域生态环境特征、水利水电工程布局与运行特点，以及生态修复目标与需求。规划过程中，需全面收集并分析流域内水文、水质、生物多样性等生态环境数据，通过科学规划与设计，形成符合流域生态特征与修复目标的方案。例如，规划鱼类洄游通道时，需结合河流水文条件、鱼类洄游习惯及大坝运行特点，设计出既能满足鱼类洄游需求，又不影响大坝运行的通道方案。

3.2 生态修复工程的实施与管理

生态修复工程的实施与管理是确保修复方案有效落实的核心环节。实施阶段需严格按照生态修复规划与设计要求施工，保证工程质量与效果；同时需建立完善的工程管理制度，加强对修复工程的监督管理。工程管理包括施工过程监督、质量控制与进度管理等方面，通过严格管控，确保修复工程按预定方案与标准推进。例如，在植被恢复工程中，需严格控制种植植物的种类、数量与质量，保证植被恢复效果。

3.3 生态修复效果的监测与评估

生态修复效果的监测与评估是水利水电工程生态修复的重要环节，旨在通过科学方法了解修复工程实施效果，为后续改进工作提供依据。监测范围需覆盖水生生态系统、陆生生态系统及景观层面，监测指标包括水质、生物多样性、植被覆盖度等。通过长期监测，收集修复工程实施前后的生态环境数据，对比分析修复效果。评估可采用定量与定性结合的方式，通过构建效果评估指标体系，对修复工程进行综合评价。例如，通过监测河流中鱼类种类与数量变化，评估鱼类洄游通道修复效果；通过监测植被覆盖度与生物多样性指数，评估植被恢复工程效果。借助科学监测与评估，及时调整修复方案，确保修复工作有效开展。

4 水利水电工程生态修复的实践案例

4.1 国内外生态修复的成功案例

国内外众多水利水电工程在生态修复领域效果显著，积累了丰富实践经验。例如，美国埃尔瓦大坝拆除项目是全球规模最大的大坝拆除工程之一，核心目标是恢复河流自然流动与生态系统功能。该项目通过拆除大坝，恢复河流自然形态与水文条件，推动水生生物多样性恢复，拆除后河流鱼类数量大幅增加，生物多样性得到有效提升。此外，挪威多个水电站开展生态修复工作，通过建设鱼类洄游通道、实施河流形态修整等措施，改善水生生物栖息环境，促进生态系统恢复。这些成功案例为我国水利水电工程生态修复提供了宝贵参考。

4.2 我国水利水电工程生态修复的实践

我国在水利水电工程生态修复领域也取得一定进展。例如，三峡工程建设期间，采取建设鱼类增殖放流站、实施生态调度、构建湿地等一系列修复措施，累计放流珍稀鱼类超千万尾，在一定程度上减轻了工程对生态环境的影响，推动生态系统恢复。此外，部分小型水电站开展生态修复工作，通过建设生态流量泄放设施、实施植被恢复等措施，使流域植被覆盖率提升10%–15%，

改善河流生态环境。尽管我国在该领域已取得成效，但与发达国家相比仍有差距，未来需进一步加强修复技术研发与应用，建立技术标准体系。

4.3 生态修复实践中的问题与挑战

尽管水利水电工程生态修复取得一定成效，但实践中仍面临诸多问题与挑战。首先，修复技术研发与应用不足，多数技术仍处于试验阶段，缺乏成熟的工程应用经验，导致部分修复项目效果不稳定；其次，修复资金投入不足，生态修复工程需大量资金支持，当前投入难以满足需求，制约了大型修复项目的开展；此外，修复工程实施与管理缺乏有效协调机制，涉及多部门与利益相关者，协调难度较大，易出现权责不清、推进缓慢的情况；最后，公众对生态修复的认知与参与度较低，缺乏广泛社会支持，难以形成全社会共同推进的良好氛围。这些问题与挑战限制了生态修复工作的进一步推进，需从技术攻关、资金保障、机制完善、宣传引导等方面采取有效措施解决。

5 完善水利水电工程生态修复的建议

5.1 加强政策支持与法规建设

政策支持与法规建设是完善水利水电工程生态修复的重要保障。政府应制定相关的政策法规，明确水利水电工程建设和运营中的生态修复责任和要求，为生态修复工作提供法律依据。例如，可以制定生态修复标准和规范，规定水利水电工程在建设和运营过程中必须采取的生态修复措施。同时，应加大对生态修复的资金支持力度，设立专项生态修复基金，为生态修复工程提供资金保障。此外，还应加强生态修复的政策引导，鼓励企业和社会力量参与生态修复工作，形成全社会共同参与的良好局面。

5.2 推动生态修复技术研发与创新

尽管水利水电工程生态修复取得一定成效，但实践中仍面临诸多问题与挑战。首先，修复技术研发与应用不足，多数技术仍处于试验阶段，缺乏成熟的工程应用经验，导致部分修复项目效果不稳定，如部分流域水生生物恢复周期远超预期；其次，修复资金投入不足，生态修复工程需大量资金支持，当前投入难以满足需求，制约了大型修复项目的开展，尤其在中西部欠发达地区问题更为突出；此外，修复工程实施与管理缺乏有效协调机制，涉及多部门与利益相关者，协调难度较大，易

出现权责不清、推进缓慢的情况，延误修复最佳时机；最后，公众对生态修复的认知与参与度较低，缺乏广泛社会支持，难以形成全社会共同推进的良好氛围，民间环保力量参与渠道也较为有限。

5.3 加强公众参与与教育

公众参与与教育是完善水利水电工程生态修复的重要环节。应加强对公众的生态修复教育，提高公众对生态修复的认知和理解，增强公众的生态保护意识。可以通过开展生态修复宣传活动、举办生态修复培训班等方式，向公众普及生态修复知识。同时，应鼓励公众参与生态修复工作，通过建立公众参与机制，让公众能够参与到生态修复项目的规划、实施和管理过程中。例如，可以组织志愿者参与植被恢复和野生动物保护等活动，提高公众的参与度和积极性。通过加强公众参与与教育，形成全社会共同参与生态修复的良好氛围，为水利水电工程的可持续发展提供广泛的社会支持。

6 总结

水利水电工程在提供清洁能源和水资源管理方面发挥着重要作用，但其建设和运营对生态环境产生了多方面的影响。生态修复技术的应用可以有效减轻这些影响，促进生态系统的恢复和可持续发展。本文从水利水电工程对生态环境的影响、生态修复技术、实施策略、实践案例以及完善建议等方面进行了探讨，旨在为水利水电工程的生态友好型建设提供科学依据和实践指导。未来，随着政策支持、技术研发和公众参与的不断加强，水利水电工程的生态修复工作将不断完善，为实现水利水电工程的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 梁艳. 试析如何加强水利工程生态化建设[J]. 当代农机, 2025, (08) : 97-98.
- [2] 肖霖. 水利水电工程施工中的边坡防护技术及其应用[J]. 农村科学实验, 2025, (12) : 115-117.
- [3] 刘嘉庚. 水利工程建设中水土保持生态修复技术的实践[J]. 大众标准化, 2025, (08) : 71-73.
- [4] 宋策, 刘进关. 水利工程生态化建设策略研究[J]. 水上安全, 2025, (04) : 97-99.
- [5] 史红霞, 赵辉, 宋超. 浅析水利工程建设中的生态影响及保护措施[J]. 中原文化与旅游, 2025, (04) : 95-97.