

提高水利水电工程耐久性的关键技术研究

王 涛

密山盛合工程材料检测有限公司 黑龙江密山

【摘要】水利水电工程作为国家基础设施的重要组成部分，其耐久性直接关系到工程的安全与效益。本文主要探讨了影响水利水电工程耐久性的关键技术因素，包括材料选择、施工工艺、环境适应性及维护管理等方面。通过对这些关键因素的深入分析，提出了一系列提高工程耐久性的技术措施和策略。通过科学合理的选材、优化施工工艺、增强环境适应性和加强后期维护管理，可以有效提升水利水电工程的使用寿命和安全性。这不仅有助于减少因工程损坏带来的经济损失，也为保障水利工程长期稳定运行提供了技术支持。

【关键词】水利水电工程；耐久性；材料选择；施工工艺；维护管理

【收稿日期】2025 年 1 月 23 日 **【出刊日期】**2025 年 2 月 26 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250076

Research on key technologies for improving the durability of water resources and hydropower projects

Tao Wang

MiShan ShengHe Engineering Material Testing Co. Ltd, Mishan, Heilongjiang

【Abstract】 As an important part of the national infrastructure, the durability of water resources and hydropower projects is directly related to the safety and benefits of the projects. This paper mainly explores the key technical factors affecting the durability of water resources and hydropower projects, including material selection, construction technology, environmental adaptability, and maintenance management, etc. Through an in-depth analysis of these key factors, a series of technical measures and strategies for improving the durability of the projects are proposed. By scientifically and rationally selecting materials, optimizing the construction technology, enhancing environmental adaptability, and strengthening post-construction maintenance management, the service life and safety of water resources and hydropower projects can be effectively improved. This not only helps to reduce the economic losses caused by project damage but also provides technical support for ensuring the long-term and stable operation of water conservancy projects.

【Keywords】 Water resources and hydropower projects; Durability; Material selection; Construction technology; Maintenance management

引言

随着社会经济的发展，对水利水电工程的需求日益增长，同时也对其安全性和耐久性提出了更高的要求。在实际应用中，由于受到自然条件、人为因素以及时间的影响，部分水利水电设施出现了不同程度的老化和损坏现象。这些问题的存在，不仅威胁到工程的安全运行，也影响到了水资源的有效利用和社会经济效益的最大化。研究如何提高水利水电工程的耐久性具有重要的现实意义。本文旨在探

讨这一领域内关键技术的研究进展，为相关工程提供理论支持和技术指导。

1 影响水利水电工程耐久性的主要因素分析

在探讨水利水电工程耐久性时，材料的选用显得尤为关键。工程所处环境复杂多变，包括长期水侵蚀、极端气候条件和地质活动等，这些因素均对材料提出了严格的要求。高质量的建筑材料不仅能抵御外部环境的侵蚀，还能有效减少内部应力造成的损害。高性能混凝土以其优异的抗压强度和耐久

性能成为首选,其通过添加矿物掺合料如粉煤灰、硅灰等改善了微观结构,从而增强了抵抗化学侵蚀和物理磨损的能力^[1]。钢材的选择同样重要,特别是对于承受高拉应力的部分,采用耐腐蚀合金钢可以显著延长使用寿命,并降低维护成本。

施工工艺的精细程度直接关系到水利水电工程的整体质量与耐久性。精确的施工技术和严格的施工管理是确保工程质量的关键。在实际操作中,混凝土浇筑过程中的振捣密实度直接影响着结构体的强度和耐久性。不充分的振捣会导致孔隙率增加,进而影响混凝土的抗渗性和抗冻融能力。接缝处理也是不容忽视的一环,特别是在大体积混凝土施工中,合理的接缝设计能够有效分散应力,避免裂缝产生。预应力技术的应用不仅提高了构件的承载力,还增强了结构的抗裂性能,为提高工程整体耐久性提供了有力保障。

环境适应性是影响水利水电工程耐久性的另一重要因素。不同地区的自然条件差异较大,从干旱少雨到潮湿多雨,从寒冷冰雪覆盖到热带高温炎热,这些环境因素都会对工程造成不同程度的影响^[2]。在设计阶段就需要充分考虑工程所在地的具体环境特征,采取相应的防护措施。在盐雾环境中,需特别注意材料的防腐蚀性能;而在冰冻地区,则要关注材料的抗冻融循环能力。随着全球气候变化的加剧,极端天气事件频发,这对水利水电设施的稳定性和安全性构成了新的挑战。提升工程的环境适应性不仅是应对当前问题的有效手段,也是实现可持续发展的长远之计。

2 基于材料选择与施工工艺改进的耐久性提升策略

在提升水利水电工程耐久性的策略中,材料的选择占据了核心地位。为了应对复杂的自然环境和长期使用的挑战,必须采用高性能的建筑材料。在混凝土中添加硅灰和粉煤灰不仅能增强其抗压强度,还能显著改善其耐久性能,特别是在抵抗化学侵蚀方面表现出色。选用具有优异耐腐蚀性能的钢材对于提高结构的整体稳定性至关重要。这种钢材能够在潮湿或多盐环境中保持其物理性能,大大延长了工程的使用寿命。新型复合材料的应用也为解决传统材料难以克服的问题提供了新的思路,这些材料通常具备轻质、高强度以及优异的耐候性,为工程

设计提供了更多的可能性。

在实际操作过程中,精确控制混凝土的配合比和浇筑过程中的振捣密实度是确保工程质量的关键环节。合理的配合比设计能够有效减少孔隙率,从而增强混凝土的抗渗性和抗冻融能力。接缝处理技术的进步也极大地提升了结构体的完整性。通过优化接缝设计,可以有效分散应力,避免裂缝的产生和发展。预应力技术的应用不仅提高了构件的承载力,还增强了结构的抗裂性能,进一步提升了工程的耐久性^[3]。现代信息技术如 BIM(建筑信息模型)技术的应用,使得施工管理更加科学化、精细化,有助于及时发现并解决潜在的质量问题,保证了工程的高质量完成。

除了材料选择和施工工艺的改进外,加强工程实施过程中的质量监控也是提升耐久性的关键措施之一。实时监测系统可以在施工阶段对关键参数进行持续跟踪,确保每一个施工步骤都符合设计要求。使用无损检测技术来评估混凝土的内部质量,可以及时发现可能影响耐久性的缺陷。建立健全的质量管理体系,加强对原材料和施工过程的严格把控,对于预防质量问题的发生至关重要。通过综合运用先进的材料和技术手段,并结合严格的施工管理和质量监控,不仅可以显著提升水利水电工程的耐久性,还可以为其长期稳定运行提供坚实的保障^[4]。

3 环境适应性增强技术在水利水电工程中的应用

水利水电工程往往位于环境条件复杂多变的区域,增强其环境适应性成为提升耐久性的关键。在设计阶段充分考虑工程所处的具体环境特征,采取针对性措施至关重要。在高寒地区,冻融循环对混凝土结构的影响尤为显著。通过采用抗冻融性能优异的混凝土材料,并添加适当的外加剂如引气剂,可以在混凝土内部形成微小气泡,这些气泡有助于缓解因水结冰膨胀而产生的应力,从而减少裂缝的发生^[5]。对于长期处于潮湿环境中的结构体,防水处理技术的应用显得尤为重要。利用高性能防水涂料或进行有效的排水系统设计,可以有效防止水分侵入,保护内部结构免受侵蚀。

面对极端气候条件和地质活动带来的挑战,现代工程技术提供了多种解决方案以增强水利水电工程的环境适应性。在易发生地震的地区,抗震设计

是确保工程安全的重要环节。通过优化结构设计,采用柔性连接技术和减震装置,能够有效吸收地震能量,降低结构损坏的风险。在风沙严重的沙漠地区,防风固沙措施不仅需要考虑建筑物本身的防护,还需结合周边生态环境治理,共同构建防护体系^[6]。这包括种植防风林带、设置挡沙墙等手段,既能减少风沙对工程设施的直接冲击,也有助于改善局部微气候环境。随着全球气候变化导致极端天气事件频发,提高工程应对洪水、干旱等自然灾害的能力也变得尤为重要。

采用智能化监测与管理系统也是增强水利水电工程环境适应性的一个重要方向。借助物联网、大数据分析等先进技术,实现对工程运行状态的实时监控,能够及时获取关于结构健康状况的数据信息。安装传感器网络来监测混凝土结构的裂缝发展、腐蚀程度以及变形情况,为维护决策提供科学依据。基于数据驱动的预测模型可以帮助预测未来可能遇到的问题,提前制定预防措施。这种综合应用高科技手段的方法,不仅提高了工程的安全性和可靠性,也为后续维护管理提供了便利。通过结合具体的环境特点,采取一系列针对性强的技术措施,水利水电工程能够在各种恶劣环境下保持良好的运行状态,实现了真正意义上的环境适应性增强。

4 水利水电工程后期维护管理与耐久性保障措施

水利水电工程的长期稳定运行离不开科学有效的后期维护管理,这直接关系到工程耐久性的维持和提升。在日常运营中,定期检查是发现潜在问题的关键步骤。通过细致的目视检查结合无损检测技术,可以有效识别结构表面及内部可能存在的损伤或缺陷。使用超声波检测技术能够精确探测混凝土内部的裂缝发展情况,及时采取修复措施防止问题扩大。针对不同的材料特性制定相应的维护计划也至关重要。对于钢结构部分,需定期进行防腐涂层的更新,以抵御外界环境的侵蚀;而对于混凝土结构,则应关注其抗渗性和强度变化,必要时实施加固处理。

除了常规的检查与维护外,建立健全的管理体系也是保障水利水电工程耐久性的重要手段。现代信息技术如地理信息系统(GIS)和建筑信息模型(BIM)的应用为工程管理提供了强大的支持。通过

集成各类数据资源,管理人员可以实现对工程全生命周期的信息跟踪与管理,包括施工记录、维修历史以及实时监测数据等。这种基于数据驱动的管理模式不仅提高了工作效率,还能为决策提供科学依据。在面对突发自然灾害时,利用这些系统快速评估受损情况,并迅速制定应急响应方案,有助于最大限度地减少损失^[7]。加强人员培训和技术交流也不可忽视,确保每一位参与维护工作的人员都能掌握最新的技术和方法,提高整体管理水平。

为了进一步增强水利水电工程的耐久性,必须重视环境保护和可持续发展原则。在维护过程中,采用环保型材料和技术,尽量减少对周围生态环境的影响。在进行水下修复作业时,选择低污染的修补材料,避免化学物质泄漏造成水质污染。积极推动绿色能源的应用,如太阳能、风能等,为工程设施提供清洁能源支持,降低运营成本的同时也有利于环境保护^[8]。通过综合考虑工程维护中的各个环节,从材料选择到具体操作再到环境保护,形成一套完整的保障体系,不仅可以延长水利水电工程的使用寿命,还能够促进其与周边环境的和谐共生,实现真正的可持续发展目标。

5 结语

综上所述,提高水利水电工程的耐久性是一个涉及材料选择、施工工艺、环境适应性及后期维护管理等多方面的系统工程。通过采用高性能建筑材料、优化施工技术、增强结构对复杂环境的适应能力,并实施科学有效的维护策略,可以显著提升工程的安全性和使用寿命。结合现代信息技术与环保理念,不仅有助于实现工程的长期稳定运行,也为可持续发展提供了有力支持。面对未来可能的挑战,持续的技术创新和管理优化将是保障水利水电工程耐久性的关键所在。

参考文献

- [1] 高瑞.基于高性能混凝土水利堤坝结构的耐久性分析[J].水泥,2025,(02):99-101.
- [2] 邓渠江.水利水电工程坝体混凝土施工质量管理分析[J].低碳世界,2024,14(10):103-105.
- [3] 张云昌.关于水利水电工程使用寿命问题的探讨[J].三峡生态环境监测,2024,9(03):103-108.

- [4] 张家成.水利水电工程中混凝土施工技术的创新应用与实践[J].工程机械与维修,2024,(07):37-39.
- [5] 薛日芳,张瑞芳.自养护混凝土在水利工程的可行性研究[J].山西水利科技,2024,(01):42-45+53.
- [6] 代玉华.水利工程人工骨料坚固性对混凝土耐久性能影响分析[J].黑龙江水利科技,2022,50(04):16-19+195.
- [7] 唐付磊.基于水利工程高性能混凝土的耐久性试验研究[J].黑龙江水利科技,2022,50(01):20-22.
- [8] 杨川江.孔雀河水利工程中使用的两种土工布耐久性试验[J].广西水利水电,2021,(05):17-20.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

