

水库除险加固工程新建泄洪隧洞施工研究

张小琳¹ 白国杨²

1. 靖边县河道库坝养护站, 陕西 榆林 718500
2. 靖边县水资源调度中心, 陕西 榆林 718500

[摘要] 水库的安全与稳定对大型水利工程的正常运行和社会经济活动具有重要的影响。近年来, 由于各种因素导致的水库险情频发, 使水库除险加固工作的重要性愈发突出。文章主要研究了水库除险加固新建泄洪隧洞施工的关键技术和方法。通过对施工过程中存在的关键性技术问题进行细致研究, 提出了多种可行性的施工方法, 并结合具体的工程实例进行了验证。研究表明, 合理的施工方案能有效防止水库安全事故的发生, 而且还可以提高施工效率, 降低施工成本, 推动整个水库工程的进展。研究结果不仅对其他类似的水库除险加固工程施工具有指导和参考价值, 同时也可进一步完善我国水库除险加固技术体系, 促进安全储水和水资源的合理利用。

[关键词] 水库除险加固; 泄洪隧洞; 施工技术; 安全事故防控; 水利工程

DOI: 10.33142/hst.v8i4.16072

中图分类号: TV697

文献标识码: A

Research on the Construction of New Flood Discharge Tunnels for Reservoir Risk Removal and Reinforcement Projects

ZHANG Xiaolin¹, BAI Guoyang²

1. Jingbian County River Reservoir Dam Maintenance Station, Yulin, Shaanxi, 718500, China
2. Jingbian County Water Resources Dispatching Center, Yulin, Shaanxi, 718500, China

Abstract: The safety and stability of reservoirs have a significant impact on the normal operation of large-scale water conservancy projects and socio-economic activities. In recent years, the frequent occurrence of reservoir hazards due to various factors has made the importance of reservoir reinforcement work increasingly prominent. The article mainly studies the key technologies and methods for the construction of new flood discharge tunnels for reservoir hazard removal and reinforcement. Through detailed research on key technical issues that exist during the construction process, multiple feasible construction methods have been proposed and verified through specific engineering examples. Research has shown that a reasonable construction plan can effectively prevent reservoir safety accidents, improve construction efficiency, reduce construction costs, and promote the progress of the entire reservoir project. The research results not only have guiding and reference value for the construction of other similar reservoir reinforcement projects, but also can further improve the technical system of reservoir reinforcement in China, promote safe water storage and rational utilization of water resources.

Keywords: reservoir hazard removal and reinforcement; flood discharge tunnel; construction technology; prevention and control of safety accidents; water conservancy project

引言

随着社会经济的发展, 水库规模扩大和安全难题也日趋显现。因此, 水库除险加固工程, 特别是泄洪隧洞的建设, 成为了保障人民生命财产和社会稳定的重要措施。然而, 如何在保障水库安全的同时进行高效、经济的施工, 是一个紧迫的问题。本研究专注于水库新建泄洪隧洞施工技术, 探讨了施工中的关键技术问题, 并提出了多项创新施工方案。经案例验证, 这些方案能有效提高施工效率和水库安全性, 降低施工成本。本研究有助于提供技术支持和参考, 以促进水库除险加固工程的实施, 完善我国水库加固技术, 进一步合理利用水资源。

1 水库安全与稳定的重要性

1.1 水库的社会经济影响

水库在社会经济活动中扮演着至关重要的角色, 不仅

对农业、工业和居民用水提供保障, 还在防洪、发电和生态环境保护方面贡献显著^[1]。农业方面, 水库的调蓄功能保障了灌溉用水的持续供应, 提高了农业生产的可靠性和收益。工业区域依赖水库提供稳定的水资源, 维持生产活动的正常运作, 尤其在用水需求量大的行业中, 水库是不可或缺的资源。居民生活也直接受益于水库的供水能力, 尤其在水资源匮乏或季节性干旱区域, 水库是城镇供水体系的重要支持。防洪方面, 水库在汛期通过科学调度能有效削减洪峰, 保护下游地区人的生命财产安全。水库还通过水力发电为电力供应提供可再生能源, 推动区域经济的发展。水库的生态功能亦不可忽视, 其提供的稳定水源维护了生物多样性和生态平衡, 对区域环境的可持续发展具积极影响。水库的安全与稳定直接关系到整个社会的经济活力和发展潜力。

1.2 水库的可持续发展和安全储存

水库作为重要的水资源调蓄设施,其可持续发展和安全储存关系到水资源的合理利用和社会经济的长期稳定。水库的可持续发展要求水库在设计、施工、运行过程中兼顾环境保护、资源节约以及工程效益的平衡,通过技术创新和管理优化,实现水资源的长效管理。安全储存则是确保水库在自然灾害等外界压力下维持正常功能的根本途径,这是水库可持续发展的基础。安全储存不仅涉及工程结构的完整性,还包括应急预案的完善和人员装备的到位。水库的安全储存保障了蓄水和供水能力,减少了因水库失效带来的经济损失和生态破坏,为区域水资源提供了稳定支持。通过加强水库的安全储存管理,可以推动水库工程从单一功能向综合效益转变,促进水库的长期可持续发展。

1.3 水库险情的发生频率与影响

近年来,水库险情的发生频率明显增加,对区域安全、经济发展和生态环境造成了严重影响。频繁的险情暴露了部分水库设计和管理的不足,增加了突发事件对下游居民及产业的威胁,甚至可能导致重大人员和财产损失。险情处置过程中消耗的大量人力和物力资源,进一步加重了社会和经济负担。降低水库险情发生频率,保障水库安全运行,已成为水利部门亟待解决的重要课题。

2 水库除险加固工程的目的和意义

2.1 水库除险加固的需求背景

近年来,水库除险加固的需求背景日益凸显,主要源于两个方面的考量^[2]。其一,水库长期运行过程中,面临自然环境变化和人类活动的双重压力。气候变化导致极端天气事件频发,加剧了水库承受的洪水负荷风险;而人类活动如不合理的土地开发和资源利用,则可能弱化水库周围生态环境的稳定性。其二,现有水库设计年限到期以及标准提升,使得早期建设的水库面临设计技术的不足,结构老化、设备陈旧等问题。以上背景叠加作用,提升了水库突发险情的概率,威胁着区域供水安全和社会经济发展^[3]。因而,推行水库除险加固工程以确保水库的长效安全尤为迫切。该工程不仅是消除水库安全隐患的必要举措,也是增强水库调蓄能力、保障水资源合理配置与利用的重要手段,具有社会、经济和生态的综合价值。

2.2 水库除险加固工程的主要任务

水库除险加固工程的主要任务在于确保水库的整体安全性与可靠性,以防止由于结构老化、地质变化、洪水压力增大等原因导致的水库失事。通过结构加固和维修施工,提升大坝和其他关键构件的耐久性,从而延长水库的使用寿命。新建和完善泄洪设施,确保在洪水来临时能够快速、安全地疏散超额水量,避免溢流对大坝及下游地区的威胁。通过对水库结构定期检查与监控,及时识别并修复潜在的安全隐患,形成一套完整的监测机制,以预防和减少险情发生的概率。水库除险加固工程还需兼顾生态保

护和周边环境的协调,使水库在安全运行的不对环境造成负面影响。这一系列任务的实施对于保障水库安全运行和周边地区的民生及发展至关重要。

2.3 水库除险加固工程的长期目标和效益

水库除险加固工程的长期目标在于保障水库的整体安全与长久稳定,进而促进地区水资源的可持续利用。通过科学的除险加固措施,能够显著减少水库安全事故的发生概率,从而保护下游居民和财产免受洪水灾害威胁。该项工程不仅提高了水库的蓄水能力和防洪能力,还有效支持了农田灌溉、城市供水和生态保护等多方面的需求。工程效益体现在综合提升水库的使用效能,拉动地方经济发展,保障社会公共利益以及优化生态环境方面。

3 水库泄洪隧洞工程的施工关键技术

3.1 泄洪隧洞的设计与作用

泄洪隧洞的设计与作用对于水库安全及其正常运行至关重要。设计时需综合考虑水库所在区域的地质条件、水文气象特征以及下游的环境和生态情况,以确保泄洪能力充足且不会对周围环境造成不利影响。泄洪隧洞的主要作用在于迅速降低水库水位,减轻大坝压力,防止溃坝等险情的发生。工程设计应注重隧洞断面和线形的科学性,确保水流顺畅、无涡流。在材质选择上,要优先耐磨、耐腐蚀的高强度材料,以增加施工寿命和安全性。还应考虑泄洪隧洞的日常管理和维护,确保在紧急情况下能够快速启动并发挥作用。合理的设计能够不仅提高水库的安全性,还能够有效地管理洪水风险,保护下游居民的生命财产安全。这样的设计对于提升水库工程的整体效益、实现可持续发展具有积极意义。

3.2 泄洪隧洞的关键施工技术

泄洪隧洞的关键施工技术是水库除险加固工程中至关重要的一环。优化设计是确保泄洪隧洞在不同工况下稳定运行的前提^[4]。施工材料的选择和质量控制直接关系到隧洞的耐久性和安全性。根据地质条件和水文特征,采取相应的掘进技术,如钻爆法或盾构法,可以有效应对复杂的地质环境。在施工过程中,实时监控技术能精确掌握隧洞结构的应力、变形等动态信息,以便及时调整施工方案,提高工程质量。施工期间还需特别关注地下水的防渗处理,以防止对周围环境和工程本身产生不利影响。综合运用现代化的施工设备和信息化管理系统,有助于提升施工效率,保证工程按时保质完成。

3.3 泄洪隧洞施工中的问题和应对策略

泄洪隧洞施工过程中遇到的问题主要集中在地质复杂、施工环境恶劣以及设备和材料的适应性不足等方面。复杂的地质条件可能导致隧洞开挖时出现岩石不稳定、突水突泥等现象,对施工安全构成威胁。施工环境恶劣,如高水压、高湿度以及温度变化等,增加了施工难度,并可能导致混凝土质量降低或设备故障^[5]。设备和材料的适应

性不足可能限制施工进度。针对这些问题，采用先进的地质勘测技术和监控设备可以提高施工安全性，优化施工方案则有助于增强设备和材料的适应能力。这些策略能够有效降低风险，提高施工效率。

4 水库新建泄洪隧洞施工的可行性方法

4.1 合理的施工方案设计

在水库新建泄洪隧洞施工过程中，合理的施工方案设计是确保工程质量和效率的关键。必须全面考虑水库及其周边环境，包括地质条件、水文状况以及可能影响施工的气候因素。在设计过程中，需要详细勘察隧洞的施工地点，明确岩土性质及其稳定性，从而指导施工材料和技术的选择。为确保泄洪隧洞设计的有效性，需采用模拟分析与现场试验相结合的方式，验证隧洞的结构安全性及泄洪能力。施工方案需兼顾经济性与环境保护，避免施工过程中对周边生态环境造成不利影响。合理规划施工时间表，协调人力和资源的分配，以提高施工效率。采用先进的工程技术和设备，有助于优化施工过程，减少施工难度。通过整合以上设计要素，能够制定出高效、经济且环保的施工方案，为水库的安全运行提供可靠保障。该设计不仅有助于实现泄洪隧洞工程的预期效果，还能够为类似水库工程的隧洞施工提供参考。

4.2 施工效率提升和成本控制

在水库新建泄洪隧洞施工中，提高施工效率和控制成本是确保工程成功的关键。通过优化施工方案，利用先进的施工技术和设备，可以有效缩短工期和提高施工质量。选择适合的施工机械化技术，能够加速作业进度，减少人力资源的浪费。严密的施工管理和协调有助于资源的合理配置与使用，减少不必要的工程变更和资源浪费，从而进一步降低项目成本。加强施工过程的质量控制与检查，确保每一工序符合设计标准，有效避免返工与资源浪费，最终实现经济高效的工程运行。

4.3 工程项目的实施和效果验证

在水库新建泄洪隧洞施工中，项目的实施需要精确的计划和有效的技术执行。施工前期应充分进行地质勘测与风险评估，以确保设计方案的合理性。工程中采用先进的隧洞掘进设备和施工工艺，确保施工质量与进度控制。为验证施工效果，需设置监测系统，实时监控隧洞结构的稳定性和运行效果。通过与预期设计参数的比对，对隧洞的泄洪能力和结构完整性进行评估。成功验收后，隧洞应通过试运行观察其在实际水文条件下的性能，以保障水库在洪水期的安全运营。

5 对国内外水库除险加固工程的启示和建议

5.1 当前我国水库除险加固工程的现状

近年来，我国水库除险加固工程在政策引导和资金投入方面取得了一定的进展。政府加大了对老旧水库的排查力度，旨在提高其整体安全性能，避免由于结构老

化和自然灾害引发的险情。随着科学技术的发展，工程技术人员越来越多地采用现代化的施工技术和设备，以提高加固工程的效率和质量。尽管在工程方案和技术标准方面已进行了一系列改进，我国水库除险加固工作仍面临着诸多挑战。部分地区由于地质条件复杂、技术人员短缺以及资金有限，导致工程进展缓慢。再者，传统施工方法在某些特殊地质条件下的适用性和有效性仍亟需验证。这些现状表明，提高水库除险加固工程的整体水平，不仅需要技术上的持续创新，还需政策、管理和资金的协调支持。只有多方合作，才能有效提升水库工程的安全性和可持续发展能力。

5.2 国内外水库除险加固工程经验的借鉴

国内外水库除险加固工程的发展历程中，积累了丰富的工程实践和技术经验。这些经验在水库安全管理、工程设计、施工技术、风险评估和应急响应等方面具有重要的借鉴价值。欧美国家在水库除险加固技术创新方面处于领先地位，特别是在先进监测系统和材料应用方面，提供了值得参考的典型案列。日本则在地震多发背景下的抗震加固技术研究方面取得显著成果，为应对自然灾害提供了成熟的技术方案。发展中国家在资金和技术制约下，逐步形成了一套适应本国国情的低成本高效益的施工方法和管理模式。综合借鉴这些经验，结合中国的实际需要，可有效提升水库除险加固工程的质量和安全性。

5.3 水库除险加固工程的发展趋势和建议

水库除险加固工程的发展趋势主要体现在技术创新与协作机制的加强。随着科技的进步，先进的工程材料和施工技术不断涌现，为水库加固与改造提供了新选择。例如，智能监测技术的应用可以提高对水库安全状态的实时监测能力。与此多学科协作机制正在成为趋势，不仅集成了水利、地质、环保等领域的专业知识，还在施工管理和风险评估中引入了更多的跨界合作。未来发展的建议包括提升对新技术的研究和应用，以及建立健全国际合作网络与信息共享平台，以应对不断变化的挑战和需求。

6 结束语

在水库除险加固工程中，新建泄洪隧洞施工的有效性和可行性是关键所在。本研究旨在具体探讨水库除险加固新建泄洪隧洞施工的关键技术，并通过各个技术细致的研究，提出了具有实施可能性的施工方法。研究表明，提出的施工方法不仅可以有效防止水库安全事故的发生，提高施工效率，降低施工成本，推动水库工程的进展，而且还对其他类似的水库加固工程具有参考价值。在未来的研究中，研究者们可以根据这些结果继续完善和发展新的水库除险加固工程方案和方法，提高我国大型水库的安全性和稳定性，进一步推动我国水库工程的健康发展。本文的研究结果也对于水资源的合理利用和人类对于水资源的科学管理具有重要的意义，将对我国水资源的开发和利

用产生积极推动作用。

[参考文献]

- [1]戴伟明,洪梁.水库除险加固工程新建泄洪隧洞施工工艺探究[J].水利科学与寒区工程,2021,4(3):108-110.
[2]曾小波,熊一民.水库除险加固工程新建灌溉发电隧洞设计[J].水利科学与寒区工程,2022,5(7):145-147.
[3]李艳艳.罗坑水库输水隧洞除险加固工程施工技术[J].地下水,2023(6):294-296.
[4]肖光辉.某水库除险加固中泄洪输水隧洞方案比选[J].

陕西水利,2020(9):219-221.

- [5]吴小静.某小(1)型水库输水泄洪隧洞除险加固方案研究[J].陕西水利,2021(4):202-203.

作者简介:张小琳,女,工作单位:靖边县河道库坝养护站,毕业院校:大连理工大学(本科)水利水电专业,全日制毕业院校:咸阳师范学院(本科)英语专业;白国杨,男,工作单位:靖边县水资源调度中心,毕业院校:大连理工大学(本科)水利水电专业,全日制毕业院校:西安建筑科技大学华清学院(本科)建筑环境与设备工程专业。