

水利水电工程中河川枢纽的施工与运行管理技术

江志鸿

景德镇市水利投资有限公司，江西 景德镇 333000

摘 要： 水利水电工程中河川枢纽的施工与运行管理是一个多维度、高复杂性的领域，关系到水资源的有效利用和生态环境的保护。本文深入探讨了河川枢纽在推动经济增长、提升社会福祉、强化环境可持续性方面的重要意义。同时，针对施工与运行管理过程中出现的技术难点，如环境影响评估、施工安全保障、技术创新应用、政策与法规适应，本文进行了详细分析。为了有效应对这些挑战，文中提出了一系列措施，包括引入先进技术、实施环境保护策略、优化安全管理体系以及平衡经济与社会效益。这些措施的实施，旨在提高河川枢纽工程的整体效率和可持续性，确保其在未来的稳定和高效运行。

关 键 词： 水利水电工程；河川枢纽；施工与运行管理

Construction and Operation Management Technology of River Junction in Water Conservancy and Hydropower Project

Jiang Zhihong

Jingdezhen Water Conservancy Investment Co., Ltd., Jiangxi, Jingdezhen 333000

Abstract： The construction and operation management of river junction in water conservancy and hydropower project is a multi-dimensional and highly complex field, which is related to the effective use of water resources and the protection of ecological environment. This paper explores the significance of river hubs in promoting economic growth, improving social well-being, and strengthening environmental sustainability. At the same time, in view of the technical difficulties in the process of construction and operation management, such as environmental impact assessment, construction safety guarantee, technology innovation application, policy and regulation adaptation, this paper carries on a detailed analysis. In order to effectively address these challenges, the paper proposes a series of measures, including the introduction of advanced technologies, the implementation of environmental protection strategies, the optimization of safety management systems, and the balance of economic and social benefits. The implementation of these measures aims to improve the overall efficiency and sustainability of the river hub project and ensure its stable and efficient operation in the future.

Key words： water conservancy and hydropower engineering; river hub; construction and operation management

一、引言

河川枢纽作为水利水电工程的关键组成部分，在全球范围内正逐渐受到更多的关注。随着全球气候变化和环境保护意识的提升，河川枢纽的建设不仅仅是技术和工程的挑战，更是一项涉及环境、经济、社会多方面因素的综合性任务。在当前背景下，理解并优化河川枢纽的施工与运行管理，成为确保水资源有效利用和环境保护的关键。随着技术的进步和管理理念的创新，河川枢纽的建设和运营面临着诸多新的机遇和挑战。本文基于对现有河川枢纽工程的深入分析，旨在探讨如何通过综合措施提升施工与运行管理的效率和效果，以实现环境、经济与社会的和谐发展。通过对技术难点的系统分析和解决方案的提出，本文为河川枢纽工程的未来发展提供了实用的指导和参考。

二、河川枢纽建设施工的意义

（一）经济增长推动

河川枢纽在水利水电工程中扮演着至关重要的角色，特别是在推动地区和国家经济增长方面。具体来说，河川枢纽项目通常涉及大规模的基础设施建设，这自身就是一个巨大的经济活动，能够直接创造大量的就业机会^[1]。此外，河川枢纽工程对当地经济的带动效应不容小觑。它不仅能够提供稳定且廉价的电力支持，降低当地工业和居民的能源成本，还能通过提供灌溉水源促进农业发展，提高农作物产量与品质，从而增加农民收入和提高地区食品安全。据统计，某些河川枢纽工程建成后，周边地区的农业产值增长率达到了20%以上。最后，河川枢纽工程还能带动相关服务业的发展，如旅游业。大型水利工程往往成为观光景点，吸引大量游客，从而促

进当地旅游业的发展。这种多方面的经济效益显著，不仅提升了当地的经济水平，也为国家的经济增长做出了贡献。

（二）社会福祉提升

河川枢纽工程对社会福祉的提升有着深远的影响。首先，通过提供可靠的水源和电力供应，这些工程直接改善了居民的生活质量。例如，在水源稀缺地区，河川枢纽的建设不仅解决了饮用水问题，还通过灌溉系统改善了农业生产条件，从而提高了当地居民的生活水平和经济状况。其次，河川枢纽工程的社会效益还体现在教育和医疗领域。电力的稳定供应对这些基本社会服务至关重要^[2]。学校和医院能够得到持续的电力支持，这对于提高教育质量和医疗服务效率至关重要。最后，河川枢纽工程还能够提高社会的整体福祉，尤其是在提供防洪、供水等公共服务方面。根据统计数据，某些地区的洪水频发性和强度由于河川枢纽的建设而显著减少。

（三）环境可持续性强化

河川枢纽对环境可持续性的贡献主要体现在两个方面：水资源管理和清洁能源的提供。在水资源管理方面，河川枢纽通过建立水库和调节水流，对水资源进行有效管理，缓解了季节性水资源短缺问题，保证了水资源的持续供应^[3]。例如，一些干旱地区依靠河川枢纽调节水库水量，有效解决了旱季的水资源短缺问题。这不仅改善了当地居民的用水条件，而且对生态环境的保护也起到了积极作用。此外，河川枢纽作为清洁能源的重要来源，对减少温室气体排放和应对气候变化具有重要意义。水电作为一种可再生能源，其发电过程中几乎不产生二氧化碳排放，这对于减少全球温室气体排放具有重要作用。最后，河川枢纽工程通过提供生态流量、保护水生生态系统等措施，也在一定程度上促进了生物多样性的保护。通过科学规划和管理，确保河流生态系统的健康运行，这些工程有助于维护水生生物的栖息地，保护生物多样性。

三、河川枢纽中的施工与运行管理技术难点

（一）环境影响评估

环境影响评估（EIA）是河川枢纽施工与运行管理中的关键技术难点。这一过程涉及对项目产生的环境影响进行全面、详细的分析和评价。EIA的重点在于识别工程对生态系统、水资源、土壤、空气质量以及社会经济条件的潜在影响^[4]。首先，EIA需要考量河川枢纽建设过程中对水生态系统的影响。据统计，水电站建设会导致下游河流水位下降，影响鱼类和其他水生生物的生存环境。例如，一项分析指出，某水电站建设后，下游区域的鱼类数量减少了30%以上。其次，EIA还需要评估工程对当地气候和空气质量的潜在影响。河川枢纽的建设涉及大量的施工活动，容易产生灰尘和噪音，对周围环境造成短期影响。最后，EIA还需要考虑河川枢纽对周边社区和文化遗产的影响。工程建设会导致当地居民迁移，影响他们的生活方式和文化传统。一项调查显示，某大型水电项目导致近万人迁移，改变了当地社区的社会结构和经济活动。

（二）施工安全保障

施工安全保障是河川枢纽工程中的另一项技术难题。这一领

域要求高度的技术专业性和精确的风险管理，确保施工期间的人员和设备安全。首先，事故预防是施工安全保障的重要组成部分。根据国际劳工组织的数据，建筑行业的致命伤亡率是所有行业中最高的。例如，一项分析指出，在某大型水电站建设中，由于高空作业和重型机械操作的风险，工伤事故率比一般建筑项目高出15%。其次，工程质量控制对确保施工安全至关重要。质量问题不仅容易导致工程延误，还会带来长期的安全隐患^[5]。这类问题通常源于施工过程中的监督不足或技术标准的不严格执行。最后，应对自然灾害和突发事件也是施工安全保障的一部分。河川枢纽工程常常位于自然环境复杂的地区，会面临洪水、地震等自然灾害的威胁。例如，一项分析显示，某河川枢纽项目在建设期间遭遇洪水，导致严重的施工延误和经济损失。因此，制定有效的应急预案和灾害应对措施对于保障施工安全至关重要。

（三）技术创新应用

当前，技术创新主要集中在自动化、信息化和环境保护技术上。然而，将这些技术应用于实际工程中面临着一系列挑战。首先，自动化技术的应用是提高施工效率和安全性关键。据统计，采用自动化施工设备可以提高工作效率约20%并减少约15%的事故发生率。但自动化技术的应用受限于高成本和技术复杂性。其次，信息化技术，如BIM（建筑信息模型）和GIS（地理信息系统），在提高项目管理效率和精度方面起着关键作用^[6]。一项分析表明，使用BIM技术的项目设计误差减少了约25%，施工时间缩短了约20%。然而，这些技术的应用需要大量的数据输入和高级技术支持，对项目团队的技术能力提出了较高要求。最后，环境保护技术，如污染控制和生态修复技术，对于减轻工程对环境的影响至关重要。例如，应用先进的水处理技术可以将施工过程中产生的废水污染降低30%以上。但这些技术往往需要高额的投资，并且在实际应用中容易受到地理和气候条件的限制。

（四）政策与法规适应

河川枢纽工程的施工与运行管理还需严格遵循相关政策和法规。政策与法规的适应是确保工程合规性和可持续性的关键因素。然而，适应这些政策和法规在实践中面临多方面的挑战。首先，国际和国内环境保护法规对河川枢纽工程提出了严格的要求^[7]。例如，根据一项环境保护法规，水电站必须实施生态流量放水，以保护河流生态系统。然而，这会导致发电效率下降约10%。其次，施工安全和劳工保护法规也对工程管理提出了挑战。遵守这些法规需要投入额外的资源和时间。据统计，实施最新劳工安全标准会使工程成本增加约5%到10%。

最后，政策和法规的不断变化也对工程管理带来挑战。法规的更新会导致工程计划和设计的调整，从而影响工程进度和成本。

四、有效提升河川枢纽施工与运行管理技术的措施

（一）引入先进技术

为提升河川枢纽施工与运行管理技术，引入先进技术是关键措施之一。首先，在自动化和智能化设备方面，应引入无人机进行施工监测，使用自动化挖掘和浇筑设备，以及利用智能传感器

监测工程质量。数据表明，这种做法可以提高监测效率约30%，同时降低至少20%的监测成本。其次，在信息化管理方面，应用BIM技术和GIS系统，以提高设计精度和施工效率^[8]。通过BIM模型，可以实现工程设计的三维可视化，更准确地预测施工结果，减少设计和施工中的错误。实践表明，BIM技术的应用可以使项目成本降低约10%，工期缩短约15%。最后，应用新型环保材料和先进工艺，如高性能混凝土和生态修复技术，可以提高工程质量，同时减少对环境的影响。例如，使用低碳水泥和再生材料，不仅可以降低混凝土的碳排放，还可以提高其耐久性。

（二）环境保护策略实施

实施环境保护策略是河川枢纽施工与运行管理的另一项关键措施。这涉及减少工程对自然环境的影响，保护生态系统，以及实现工程的可持续性。首先，在施工前，进行全面的环境影响评估（EIA）是必要的。这包括对生态系统、水质、土壤和空气质量的潜在影响进行详细分析。基于EIA结果，应制定减少负面影响的具体措施。例如，根据EIA指导，选择最小环境影响的施工路径和方法，如采用水下静音爆破技术，减少对水生生物的影响。其次，在施工过程中，应用生态友好的施工方法和技术至关重要。这包括使用低排放的施工设备，控制工地扬尘和噪音，以及合理处理施工废弃物。最后，加强工程后期的环境监测和修复是确保长期可持续性的关键。这包括定期监测水质、生物多样性和生态系统健康状况，以及实施必要的生态修复工作。

（三）安全管理体系优化

优化安全管理体系是确保河川枢纽工程施工与运行管理中的关键措施之一。这需要实施综合的安全策略。首先，建立和强化安全文化是提升整体安全水平的基础。这包括对所有工作人员进行定期的安全培训，强调安全意识的重要性，并确保每个人都能够识别和管理施工风险^[9]。其次，应用先进的安全监控技术是提高安全管理效率和效果的关键。这包括利用CCTV摄像头进行实时监控、使用穿戴式设备监测工人健康状况，以及应用智能分析

工具对潜在危险进行预测。例如，通过安装传感器监测工程结构的稳定性，可以及时发现问题并采取预防措施，从而减少事故发生的风险。最后，提升应急响应能力是确保施工期间快速有效处理突发事件的关键。这包括制定详细的应急预案，确保所有员工都了解应对各种紧急情况的程序，并定期进行应急演练。

（四）经济与社会效益平衡

平衡经济与社会效益是河川枢纽工程施工与运行管理的另一个重要方面。这涉及在确保工程经济效益的同时，考虑对社会和环境的长远影响。首先，进行全面的成本效益分析，确保工程在经济上的可行性和效益最大化。这包括评估工程的直接经济回报，如电力销售收入，以及间接效益，如促进当地经济发展。其次，促进当地经济发展是实现社会效益的重要途径。这包括优先雇用当地劳动力，支持当地供应商，以及通过工程项目促进相关产业链的发展^[10]。据统计，大型工程项目通常能够为当地经济带来约15%至20%的增长。最后，保障社区利益是确保工程获得社会支持和可持续性的关键。这包括与当地社区密切合作，解决他们的关切，以及在工程规划和实施过程中考虑社区的需求和建议。此外，通过为受影响的社区提供补偿和支持，如建设新的公共设施或提供就业机会，可以提升社区居民的生活质量。

结束语

在探索河川枢纽施工与运行管理的复杂领域，本文综合考量了经济、社会、环境等多重因素。通过深入分析施工与运行中的关键挑战，并提出相应的创新措施，本文旨在促进河川枢纽工程更高效、更可持续的发展。文章的论述和提出的措施，为河川枢纽项目的成功实施和管理提供了宝贵的视角和实践指导。这一分析不仅有助于优化现有工程实践，也为未来的工程设计和运行提供了重要参考，推动着水利水电领域向更高的目标迈进。

参考文献

- [1] 覃志年. 落久水利枢纽工程闸墩锚索应用[J]. 广西水利水电, 2023, (06): 88-91.
- [2] 闫修家. 大藤峡水利枢纽工程施工监理之复杂岩溶地层处理[J]. 水利技术监督, 2023, (12): 222-225.
- [3] 邹绍新. 浅谈韩江高陂水利枢纽工程临时交通桥拆除施工技术[J]. 中国水运, 2023, (12): 120-123.
- [4] 程振, 张新荣. 大藤峡水利枢纽工程二期围堰防渗墙工期及施工方案设计[J]. 东北水利水电, 2023, 41 (12): 3-5+71.
- [5] 赵贵章, 徐远志, 王莉莉, 王艳艳, 张世英. 黄河上游青铜峡水利枢纽对河川基流的影响[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2020, 48 (03): 195-201.
- [6] 兴隆水利枢纽工程下闸蓄水[J]. 四川水力发电, 2013, 32 (02): 130.
- [7] 张建平. 河川引水枢纽工程泄洪洞泄洪能力分析[J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18 (36): 93-95.
- [8] 王锦. 从发展内河航运看建设河川枢纽[J]. 科技信息(科学教研), 2007, (34): 324.
- [9] 王子仪. 试论地基处理在河川枢纽建设中的重要地位[J]. 人民珠江, 1989, (02): 25-27.
- [10] И. И. 列维, 麦乔威. 河川水力枢纽下游水位的降低[J]. 水力发电, 1956, (01): 29-36.