

水利工程导流与截流施工方案优化及实践

杨健

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v9i7.6486

[摘要] 水利工程导流与截流施工是工程建设关键环节,直接影响工程质量、安全性和经济性。本文从水文地质条件、施工技术特征出发,分析导流与截流施工方案优化重要意义,并提出系统性优化策略,通过数值模拟、工艺集成、风险管控等方法,构建导流截流施工方案优化综合框架,为提高水利工程施工效率和质量提供理论指导和实践路径,研究成果对水利工程建设具有重要现实意义。水利工程建设环境中,导流与截流施工作为连接水文地质条件与工程建设关键纽带,其科学性和精确性直接关系到整个工程成败。本文研究立足于国内水利工程建设实际,以技术创新和系统优化为突破口,全面系统地探索导流截流施工方案优化路径,期望提升工程建设技术水平,为生态保护、资源节约和可持续发展提供重要技术支撑。

[关键词] 水利工程; 导流; 截流; 施工方案; 优化

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Optimization and Practice of Diversion and Closure Construction Scheme of Water Conservancy Project

Jian Yang

Jilin Province Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute

[Abstract] Diversion and closure of water conservancy project is a key link in engineering construction, which directly affects the quality, safety and economy of the project. Based on hydrogeological conditions and construction technical characteristics, this paper analyzes the significance of optimization of diversion and closure construction scheme, puts forward systematic optimization strategies, and constructs a comprehensive framework for optimization of diversion and closure construction scheme through numerical simulation, process integration and risk management. In order to provide theoretical guidance and practical path for improving the efficiency and quality of water conservancy project construction, the research results have important practical significance for water conservancy project construction. In the water conservancy project construction environment, diversion and closure construction are the key links between hydrogeological conditions and project construction, and their scientificity and accuracy are directly related to the success or failure of the whole project. Based on the actual situation of domestic water conservancy project construction, this paper comprehensively and systematically explores the optimization path of diversion and closure construction scheme with technological innovation and system optimization as the breakthrough, hoping to improve the technical level of project construction and provide for ecological protection, resource conservation and sustainable development.

[Key words] water conservancy project; Diversion; Interception; Construction scheme; optimize

引言

作为水利基础设施建设关键,水利工程导流与截流施工是核心技术部分,对工程质量、安全及经济性起着关键作用,伴随我国水利事业迅猛推进,导流及截流施工技术不断推陈出新,但从现实角度看,仍存在诸多棘手挑战。本文深度解析导流截流施

工方案的优化策略及途径,研究构建一套具备科学性、高效性的施工方案优化理论体系,为水利工程建设提供更先进技术赋能,助力水利工程建设迈向高质量、高效率境界。

1 导流与截流施工理论基础与技术特征

1.1 导流施工水文地质条件分析

导流施工受到水文地质条件显著牵扯,需统筹顾及河流地形地貌条件、水文相关属性、地质构造因素等,类似水流流速、流量及泥沙含量等水文相关参数,直接关乎导流方案设计走向。在敲定施工方案方面,诸如河床地质情形、岩石品类、地基承载能力等地质元素,也是关键参照项。准确掌控水文地质情形,为导流施工安全与高效实施提供关键支持,除实施对传统水文地质条件分析外,就导流与截流具体施工而言,应从系统科学层面进行综合考量,施工阶段呈现出复杂而多元融合局面,牵涉水动力学、地质力学、生态学等多学科相关层面,水流、泥沙、岩石跟生态系统彼此呈现复杂相互作用关系。该系统特征表明,施工方案一定要遵循整体性相关原则,进一步深入探究,现代背景下对导流施工条件的分析审视,已突破传统单一学科视角,过渡为跨学科、整体性综合研究体系,如借助搭建多尺度和多维度相融合模型,可更精准地实施对河流生态系统动态变化模拟及预估。该做法可明显增进导流施工科学合理性,还可最大程度削减生态环境遭受负面干扰,采用大数据融合人工智能技术,可实现对水文地质条件实时动态监控与精准估计,为导流施工夯实更强劲技术后盾^[1]。

1.2 截流施工时机选择与技术要求

截流施工时机选定关乎多维度要素,需综合考量汛期、水文条件以及施工进度等诸多方面,选定恰当截流时机,在降低施工风险、控制项目工期方面意义非凡。截流施工需符合水利工程建设特定技术方面的要求,比如围堰稳定性的相关要求、排水通道的设计细节、水流导向的把控等,这些均为保障施工安全与质量的关键技术要点。就截流施工时机挑选而言,去除传统水文条件这一点,不妨把系统动力学理论引入,凭借对河流生态系统动态平衡及恢复力进行分析,可更为精准地敲定最佳截流时机。这不仅需顾及水文条件,还需将气候变化、生态系统承载能力等多方面因素纳入综合分析范畴,现代截流施工时机甄选已演变为复杂难题局面。除开传统意义上工程技术指标,也需考量生态环境保育、社会经济效应等多层面要素,采用构建多目标的最优模型,可在工程进度、施工成本、生态影响等若干维度找出最佳平衡点;采用前沿智能优化算法,诸如遗传算法与粒子群算法等,可更精准完成这类复杂多目标优化问题的求解,为截流施工时机的选定给予更科学有效的决策辅助。

1.3 导流截流一体化施工协调机制

导流、截流施工过程彼此间有关联且互相影响,须构建科学协同机制,依靠整体性技术聚合与流程管理,实现导流与截流施工无缝衔接。协调机制核心要义是均衡施工进度规划、保证施工安全有序、优化资源配置格局,最大程度减小对河流生态系统的扰动。导流截流一体化施工协调机制要成为开放、可自主适应复杂系统模式,需创建以信息反馈为基础的动态偏差校正机制,借助实时监测、数据挖掘及迅速响应,做到施工运行柔性化调控,深入探究进行洞察。现今导流截流作业施工协调机制,挣脱传统线性管理模式桎梏,过渡到复杂系统治理新范式。此协调机制绝不仅为技术维度简单配合,实际属于多主体且多层次复

杂适应型体系,此协调机制核心特征包含:拥有开放性、体现非线性、实现自我组织以及出现涌现现象。依靠创建基于大数据及人工智能联合的协同平台,能做到对施工活动实时动态跟踪与精确管控,该协调机制应纳入以下核心要点:全领域数据采集:搭建由水文、地质、气象、生态等多维度数据构成实时感知体系;智能分析与初期预警:采用大数据研判及人工智能相关科技,精准预报并警示潜在风险;自适应动态柔性调节机制:组建依据场景实时动态调整模型,可及时应对突发事变;生态系统协同耦合:把生态保护列为协调机制核心层面,构筑生态系统动态平衡监测及修复体系结构;多主体联合统筹:形成由施工企业、监理单位、生态环境专家构成的协同决策体系,这样由多部门联合起来构建的协调机制,可切实提高导流截流施工精度以及安全稳定系数,还可实现工程建设跟生态保护动态平衡关系,成为水利工程施工管理未来发展方向的显著标志^[2]。

2 导流与截流施工方案优化重要意义

2.1 提高施工安全性与可靠性

导流与截流施工方案优化后,能切实提升工程建设安全性与可靠性。采用精细化方案制订,可降低施工期间风险系数,减少意外事故发生几率,保障施工人员与设备安稳。施工方案优化不只是技术范畴改进,而是一个有着系统性价值创造进程,可使经济、社会与生态效益达成多元有机统一。站在经济角度看,经方案优化,可降低资源消耗水平,增高投资回报率水平;从社会角度看可增进工程建设安全保障,守护人民生命财产安全底线;从生态效益层面考量,可最大程度减小自然环境所面临负面冲击,适配现代工程管理理论既定框架。施工安全性优化已演变成一个跨学科、多维度综合研究范畴,其核心不只是着眼于降低风险,更要构建起一个全方位、多维度安全保障体系框架。创建科学合理的安全激励体系,落实安全文化推广行动,组织管理层面构建多方协同合作的安全治理框架体系,建立安全问责制度框架,引领安全管理走向信息化、智能化道路。经由这种呈现系统性、多维度安全优化渠道,可推动安全管理范式从传统“事后补救”转换为“全程管控”,显著增进施工安全性及可靠性。

2.2 降低工程造价与施工周期

实施对施工方案科学化改良,可极大降低工程造价金额,减少施工周期时间区间跨度。借助恰当技术路线、进行资源合理分派,缩减多余人力物力无谓损耗,推动施工效率实现向上突破,最终实现经济效益最大化。从当代工程管理理论维度看,压缩造价且缩短施工周期,已脱离简单成本控制界限,却是一项复杂系统性优化实施流程。该过程要按系统逻辑推进,涉及技术创新、资源精准配置与管理模式升级三个维度。从技术创新这个维度而言,可引入超前的施工工艺,推广智能与数字相结合的施工手段,开发高效节能用途施工装置,需在资源配置维度达成供应链管理优化,践行精益生产理念,实施资源动态即时性调配。站在管理模式革新角度看,必须创建依靠大数据的项目管理平台系统,推广灵动式项目管理途径,组建精准、扁平结构组织格

局。此套系统性优化落地路径,可实现工程造价的连续降低态势,也能极大增强施工效率及管理水平^[3]。采用技术、资源、管理协同共进的创新途径,可为水利工程建设提供更实惠、高效的应对途径。

2.3 减少对生态环境影响

先进导流截流施工方案可极大程度降低对河流生态系统造成破坏,凭借精细施工技术以及生态保护手段,降低对河流水文状况、泥沙分布及生物多样性不利影响,促成工程建设与生态保护的协同共举。生态保护成为现代水利工程建设核心理念支撑,先进施工方案不只是削减生态破坏现象,还应主动开展针对生态系统修复重建,这需从生态系统动态监测、生态修复重建、生物多样性保护等多层面进行系统性推进。就生态系统动态监测而言,应组建多参数生态监测网络结构,打造生态系统健康评估相关模型,实施针对生态风险的实时预警,生态修复重建这一层面:要借鉴生态工程的理念,推行对生态友好的施工工艺,制订生态系统复原与补偿机制;要实现生物多样性保护,得建立生物廊道,开展生态补偿活动,落实物种易地留存行动,采用此类整体化、系统化的生态保护策略,得以实现工程建设与生态环境的融洽共生格局。这绝非仅是技术创新的彰显,更是对可持续发展理念的积极实践,水利工程建设应于守护生态、服务人类的平衡情形里找到最优途径。

3 导流与截流施工方案优化策略与实践路径

3.1 基于数值模拟方案设计优化

数值模拟技术是导流与截流施工方案优化重要手段。通过建立精确数学模型,模拟水流运动、泥沙输移等复杂物理过程,可以对施工方案进行科学预测和优化。这种基于数值模拟方案设计,能够全面评估施工方案可行性和潜在风险,为方案优化提供数据支撑。如某水利工程导流截流施工中,技术团队利用先进数值模拟软件,构建详细水流运动模型,通过模拟不同施工方案下水流变化,精确分析水流速度、冲刷范围、泥沙运移等关键参数。基于模拟结果,团队对原有施工方案进行优化调整,如调整围堰位置、优化导流通道设计,最终显著提高施工安全性和效率,模拟优化不仅降低施工风险,还减少不必要资源消耗^[4]。

3.2 风险管控与应急预案动态调整

导流与截流施工面临诸多不确定性风险,需要建立动态风险管控机制,通过持续风险评估、制定灵活应急预案,提高施工抗风险能力。风险管控要做到预防为主、动态调整,建立多层次、

全方位风险防控体系。例如在复杂地质条件下水利工程施工中,技术团队建立全面风险管控体系,通过建立实时监测网络,及时捕捉可能风险隐患;制定多场景应急预案,针对不同类型突发情况,制定快速响应机制;成立专门风险管理小组,定期对风险管控措施进行评估和优化,这种动态、全面风险管控方法,有效提高施工安全性和可靠性^[5]。

4 结语

水利工程导流与截流施工方案优化是一个系统性、综合性的工作,通过数值模拟、工艺集成、风险管控等策略,可以显著提升施工质量和效率。展望未来,水利工程导流与截流施工将朝着更加智能化、数字化和生态化方向发展,人工智能、大数据、云计算等新技术将深度融入施工全过程,实现施工精准调控。同时生态保护将成为施工核心理念,通过更加先进技术手段,实现工程建设与生态系统和谐共生。水利工程建设者应不断创新技术、优化方案,为国家水利基础设施建设贡献力量,在这一发展进程中,跨学科、多维度协同创新将成为关键。未来水利工程导流与截流施工不仅仅是工程技术问题,更是一个复杂的社会-生态-技术系统,通过构建基于人工智能数字孪生平台,融合水文地质、生态环境、工程管理等多学科知识,可以实现对施工过程全方位、实时、精准监控和动态优化,这种系统性方法将极大地提升水利工程建设科学性、经济性和生态性,为实现水资源可持续利用提供更加有力技术支撑。

[参考文献]

- [1]张棋.导流施工技术在水利工程施工中的应用研究[J].中国水运,2025,(12):81-83.
- [2]林集思.水利水电工程施工中的导截流技术分析与研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(07):214-216.
- [3]王小红.导流与截流施工技术在水利工程中的应用研究[J].地下水,2025,47(01):250-252.
- [4]牛家盈,李斌.截流施工技术在水利工程施工中的应用[J].水上安全,2024,(24):175-177.
- [5]谷文静.水利工程施工中的关键技术与管理研究[J].散装水泥,2024,(04):141-143.

作者简介:

杨健(1989-),男,汉族,吉林长春人,本科,中级工程师,水利水电。