

# 大型水库闸泵站设计优化与施工技术研究

葛格 苏慧

杭州水利水电勘测设计院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i1.5992

**[摘要]** 大型水库闸泵站作为水利工程的重要组成部分,承担着水资源调节、防洪排涝、农业灌溉和城市供水等多重任务。其设计优化与施工技术的研究,直接关系到水利工程的整体效益和运行安全。随着科技的进步和水利工程需求的提升,对大型水库闸泵站的设计和施工提出了更高的要求。本文旨在探讨大型水库闸泵站的设计优化策略与施工技术创新,以为提升水利工程的建设水平、保障水资源高效利用提供理论和实践指导,为相关领域的工程实践提供有价值的参考和借鉴。

**[关键词]** 大型水库闸泵站; 设计优化; 施工技术

**中图分类号:** TV62+2 **文献标识码:** A

## Research on Design Optimization and Construction Technology of Large Reservoir Sluice Pump Station

Ge Ge Hui Su

Hangzhou Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** As an important component of water conservancy engineering, large-scale reservoir gate pump stations undertake multiple tasks such as water resource regulation, flood control and drainage, agricultural irrigation, and urban water supply. The research on design optimization and construction technology is directly related to the overall efficiency and operational safety of water conservancy projects. With the advancement of technology and the increasing demand for water conservancy engineering, higher requirements have been put forward for the design and construction of large reservoir gate pumping stations. This article aims to explore the design optimization strategies and construction technology innovations of large-scale reservoir gate pumping stations, in order to provide theoretical and practical guidance for improving the construction level of water conservancy projects and ensuring efficient utilization of water resources, and to provide valuable references and inspirations for engineering practices in related fields.

**[Key words]** large reservoir gate pump station; Design optimization; construction technique

### 引言

近年来,国家出台了一系列相关政策,旨在加强水利基础设施建设,提高水利工程的安全性和运行效率,以更好地服务于经济社会发展和生态环境保护。其中,《水利改革发展“十三五”规划》提出,要加强水利基础设施建设,提升水利工程的科技含量和管理水平,推进智慧水利建设。这为大型水库闸泵站的设计优化与施工技术研究指明了方向。此外,《关于加快推进水利工程建设若干意见》也强调,要加快水利工程建设步伐,提高水利工程建设质量,确保水利工程安全高效运行。这为大型水库闸泵站的建设提供了政策保障。在这些政策的指引下,大型水库闸泵站的设计优化与施工技术研究迎来了新的发展机遇。

### 1 大型水库闸泵站设计优化的意义

#### 1.1 提升水利工程的运行效率与稳定性

大型水库闸泵站作为水利工程的核心组成部分,其设计优化的首要意义在于提升整个水利工程的运行效率与稳定性。通过精细化设计,可以确保泵站设备在最优工况下运行,减少能耗和故障率,从而提高整体水利系统的运行效率。同时,优化泵站设计还能增强其应对极端天气和自然灾害的能力,确保在紧急情况下仍能稳定供水、排水,保障人民生命财产安全。此外,设计优化还能减少泵站运行过程中的噪音和振动,提升周边环境的舒适度,实现水利工程与生态环境的和谐共生。

#### 1.2 促进水资源的合理调配与高效利用

水资源是人类生存和发展的基础,而大型水库闸泵站作为水资源调配的重要工具,其设计优化对于促进水资源的合理调配与高效利用具有重要意义。通过科学规划泵站的规模、布局和输水能力,可以确保水资源在不同区域、不同时间段的合理分

配,满足农业灌溉、城市供水、工业用水等多元化需求。同时,优化泵站设计还能提高水资源的循环利用率,减少浪费和污染,推动水资源的可持续利用。这对于缓解水资源短缺问题、保障国家水安全具有不可替代的作用。

### 1.3 增强水利工程的防洪排涝与抗旱减灾能力

防洪排涝和抗旱减灾是水利工程的重要功能之一,而大型水库闸泵站作为实现这一功能的关键设施,其设计优化对于增强水利工程的防洪排涝与抗旱减灾能力至关重要。通过合理设计泵站的排涝流量和扬程,可以确保在暴雨和洪水来临时迅速排除积水,减轻洪涝灾害的影响。同时,优化泵站设计还能提高其在干旱季节的供水能力,保障农业灌溉和城市用水需求,减少干旱灾害带来的损失,进一步保障人民生命财产安全,促进经济社会稳定发展。

## 2 大型水库闸泵站设计优化的有效策略

### 2.1 集成智能化与远程监控技术

在信息化时代背景下,将智能化与远程监控技术融入大型水库闸泵站的设计中,是实现泵站高效、安全运行的关键。智能化技术可以通过集成传感器、数据采集系统和智能分析算法,实时监测泵站的工作状态、水位变化、水质参数等关键信息,并通过云计算或边缘计算技术进行处理和分析。远程监控技术则使得这些关键信息能够实时传输至控制中心,实现远程监控和调度。在泵站设计初期,相关部门应规划好智能化与远程监控系统的架构,包括传感器布局、数据采集频率、数据传输方式等。例如:在泵站进水口和出水口安装高精度水位传感器,实时监测水位变化;在泵房内安装振动传感器和温度传感器,监测设备运行状态。同时,设计一套智能分析算法,对采集到的数据进行实时处理和分析,预测泵站可能出现的故障或异常情况,并自动触发预警机制。此外,还要建立一套远程监控平台,进而实现泵站运行状态的可视化展示和远程控制。

### 2.2 采用模块化与可拆卸设计

模块化与可拆卸设计是提升大型水库闸泵站建设效率、降低维护成本的有效手段。通过将泵站的主要组成部分设计为可拆卸、可替换的模块,可以实现泵站的快速安装、拆卸和维修,同时也便于泵站的升级和改造。在泵站设计初期,相关部门要明确模块化的设计原则,将泵站划分为若干个功能独立的模块,如泵房模块、管道模块、电气控制模块等。每个模块都应具有标准化的接口和连接方式,确保模块之间的互换性和组合性。同时,在模块设计时考虑到可拆卸性,采用易于拆卸和安装的连接方式,如螺栓连接、卡扣连接等。此外,还应设计模块化安装指南和维护手册,指导施工人员进行模块的安装、拆卸和维修。

### 2.3 融入生态友好与可持续设计理念

随着环境保护意识的增强,生态友好与可持续设计理念在水利工程中越来越受到重视。在大型水库闸泵站的设计中,融入生态友好与可持续设计理念,可以减少泵站对周围环境的影响,实现人与自然的和谐共生。在泵站选址和设计时,相关部门应充分考虑生态环境因素,避免对生态敏感区域造成破坏。例如,选

择远离自然保护区、湿地等生态敏感区域的地方建设泵站。在泵站设计过程中,采用生态材料和技术,如使用环保型混凝土、绿色植被覆盖等,减少对环境的污染。同时,还要设计生态补偿机制,如建设人工湿地、生态护坡等,以弥补泵站建设对生态环境造成的影响。此外,还应考虑泵站的能源利用效率,采用节能设备和技术,降低泵站运行过程中的能耗和碳排放。

### 2.4 实施多目标协同优化策略

大型水库闸泵站的设计涉及多个方面的目标,如提高运行效率、保障水资源安全、降低建设成本等。为了实现这些目标之间的平衡和协调,需要采用多目标协同优化策略。在泵站设计初期,要明确各项设计目标及其优先级,建立多目标优化模型。该模型应综合考虑泵站的运行效率、水资源安全保障程度、建设成本、环境影响等多个因素,通过求解优化模型得到最优设计方案。在求解过程中,可以采用启发式算法或智能优化算法,如遗传算法、粒子群算法等,以提高求解效率和精度。同时,在建立反馈机制的基础上,对设计方案进行实时评估和调整,确保设计目标的实现。此外,还应加强与相关部门和利益相关者的沟通和协调,确保设计方案符合政策法规和社会需求。

## 3 大型水库闸泵站施工技术的创新路径

### 3.1 智能化施工技术的深度融合

智能化施工技术的深度融合是大型水库闸泵站施工创新的重要方向。通过集成人工智能、大数据、物联网等先进技术,可以实现对施工过程的实时监控、预测和优化,提高施工效率和质量。为此,相关部门需积极构建基于BIM(建筑信息模型)的智能化施工管理系统,利用BIM技术建立三维模型,进行施工模拟和碰撞检测,提前发现并解决潜在的设计和施工问题。同时,将BIM模型与施工现场的物联网设备连接,实时采集施工数据,如设备状态、材料消耗、施工进度等,通过大数据分析技术对施工过程进行实时监控和预测。例如:可以利用AI算法分析施工数据,预测设备故障、材料短缺等施工过程中的潜在风险,并提前采取措施进行预防。同时,引入无人机、机器人等智能化施工设备。无人机可以进行空中监测和测量,提供高精度的数据支持;机器人则可以进行焊接、喷涂等精准作业,提高施工精度和效率。此外,还可以利用VR(虚拟现实)和AR(增强现实)技术进行施工培训和模拟操作,提高施工人员的技能和素质。

### 3.2 绿色施工技术的全面推广

绿色施工技术的全面推广是大型水库闸泵站施工创新的另一个重要方向。通过采用环保材料、节能设备和绿色施工方法,减少施工过程中的环境污染和能源消耗,实现施工过程的绿色化。相关部门需优先选择环保型施工材料和设备,使用可再生材料、低VOC涂料、节能型施工机械等,减少施工过程中的污染排放和能源消耗。并在此基础上,推广使用绿色施工方法,采用湿法作业减少扬尘、设置施工围挡减少噪音污染、合理安排施工时间避免夜间施工扰民。此外,还可以建立绿色施工评价体系,对施工过程中的环保措施进行量化评估,确保绿色施工技术的有效实施。例如,设立能耗指标、排放指标、资源回收利用率等

绿色施工指标,定期对施工项目进行绿色施工评估,并根据评估结果调整施工策略。

### 3.3 精细化施工管理与组织模式的创新

精细化施工管理与组织模式的创新是提高大型水库闸泵站施工效率和质量的重要途径。通过优化施工流程、细化施工任务、强化施工管理和组织,可以实现施工资源的合理配置和高效利用。相关部门要建立科学的施工计划管理体系,根据工程实际情况和需求,制定详细的施工计划和进度安排,明确各阶段施工任务和分工。并利用项目管理软件等信息化手段,对施工过程进行实时监控和数据分析,及时发现和解决问题。同时,还可以引入5S管理、看板管理等精益施工管理方法,对施工现场进行精细化管理,提高施工效率和质量。在建立施工过程中围绕质量监控体系,对施工过程中的关键节点进行质量检测和控制在,确保施工质量。此外,还要采用敏捷施工管理方法,根据施工过程中的实际情况和需求,灵活调整施工计划和资源配置,提高施工效率和响应速度。

### 3.4 施工团队技能与素质的提升

施工团队技能与素质的提升是大型水库闸泵站施工创新的重要保障。相关部门需加强施工团队的专业技能培训,定期组织培训课程和技术交流活动,提高施工人员的专业技能和素质。例如,邀请行业专家进行技术指导、与高校和科研机构建立合作关系等,为施工团队提供技术支持和智力支持。同时,引进和培养高素质人才,招聘具有丰富经验和专业技能的施工人员,建立人才梯队培养机制,为施工团队注入新鲜血液和活力。此外,还可以建立技术创新激励机制,鼓励施工团队开展技术创新和研发活动。对取得的创新成果给予奖励和表彰,激发施工团队的热情和积极性。

### 3.5 施工安全与风险管理的智能化

施工安全与风险管理的智能化是大型水库闸泵站施工创新的关键环节。通过集成智能监控、预警和应急响应系统,实现对施工过程中的安全风险和隐患的实时监控和预警,提高施工安全性和可靠性。相关部门可以建立智能监控系统,利用物联网技

术实时监控施工现场的环境参数、设备状态和人员行为等,通过大数据分析技术对施工过程中的安全风险进行识别和预警。例如,利用AI算法分析监控数据,预测施工过程中的潜在安全风险,如设备故障、人员违规操作等,并提前采取措施进行预防。同时,建立应急响应系统,制定详细的应急预案和处置流程,明确应急响应的责任分工和处置措施。在施工现场设置消防器材、急救箱等应急设备和物资,确保在紧急情况下能够迅速响应和处置。此外,还可以利用VR和AR技术进行安全培训和模拟演练,提高施工人员的安全意识和应急处理能力。

## 4 结语

总而言之,大型水库闸泵站设计优化对于提升水利工程的运行效率与稳定性、促进水资源的合理调配与高效利用、增强水利工程的防洪排涝与抗旱减灾能力、推动水利工程建设与管理的现代化进程等方面具有重要意义。因此,相关部门应该高度重视大型水库闸泵站的设计优化工作,不断探索和实践新的设计理念和技术手段,为构建安全、高效、绿色、智慧的水利工程体系贡献力量。

## [参考文献]

- [1]徐海宁.离岸式水库泵站结构设计要点[J].城市道桥与防洪,2024,(09):150-153+21.
- [2]何承香.水库取水泵站结构设计和施工关键技术[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(17):190-192.
- [3]莫祯波.水库供水工程反供水泵站设计[J].陕西水利,2023,(06):90-92.
- [4]徐海宁,马龙飞.水库取水泵站结构设计和施工关键技术[J].特种结构,2022,39(05):63-68.
- [5]冯娟.三仙湖水库下坝调节泵站工程桩基优化设计分析[J].水利科技与经济,2021,27(08):39-43.

## 作者简介:

葛格(1999--),女,汉族,安徽蚌埠人,硕士研究生,研究方向:从事水利水电设计研究。