

# 水利工程水闸施工工艺优化与创新

贾亚东

邢台襄禹水利勘测设计有限公司 河北 邢台 054000

**摘要:**水利工程水闸施工对防洪、灌溉等意义重大,但当前施工工艺存在诸多局限,如地质适应性不足、混凝土质量控制难、金属结构安装精度低以及施工效率与成本矛盾等。本文深入剖析这些问题,针对性地提出地质适应性、混凝土质量控制、金属结构安装精度、施工效率与成本平衡及施工安全管理等方面的优化策略。同时,探讨智能化、绿色、装配式施工技术,新材料应用等创新方向,旨在为水利工程水闸施工工艺的改进提供理论支持与实践参考,推动行业技术进步。

**关键词:**水利工程;水闸施工;工艺优化;创新方向

引言:水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,水闸工程更是其中关键一环,在防洪排涝、灌溉供水、水资源调配等方面发挥着不可替代的作用。水闸施工质量直接影响工程的安全性与功能性,关乎国计民生。然而,传统水利工程水闸施工工艺在长期实践中逐渐暴露出一些问题,制约了工程的高质量发展。随着科技的不断进步,对施工工艺进行优化与创新成为必然趋势。文章将聚焦水利工程水闸施工工艺,分析现存问题,探讨优化策略与创新方向,以提升水闸施工水平,保障水利工程安全高效运行。

## 1 水利工程水闸施工的概述

水利工程中的水闸,是调节水流、控制水位的关键建筑物,在防洪、灌溉、供水、航运以及发电等众多领域都发挥着至关重要的作用。水闸施工是一项复杂且系统的工作,涵盖多个环节与专业领域。施工前期,需进行详尽的现场勘查,全面了解地质、水文等条件,为后续设计提供精准依据。设计阶段,要依据工程需求与现场情况,精心规划水闸的结构形式、规模尺寸等,确保其既满足功能要求,又具备合理的经济性。施工过程涉及基础处理、闸室建设、金属结构安装等多个关键步骤。基础处理是根基,需根据地质状况采用合适方法,保证基础的稳固性。闸室建设涵盖混凝土浇筑、墙体砌筑等工作,对施工质量要求极高,直接关系到水闸的强度与耐久性。金属结构安装,如闸门、启闭机等,精度要求严格,关乎水闸的正常启闭与运行安全<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程水闸施工工艺的局限性

### 2.1 地质适应性不足

水利工程水闸所处地质条件复杂多样,不同地质对施工工艺要求差异大。部分地区地质软弱,承载能力低,传统施工工艺难以有效处理,易出现基础沉降不均

问题,影响水闸整体稳定性。一些岩石地质区域,开挖难度大,常规爆破等开挖方式易造成周边岩体松动,破坏地质结构完整性。而且,地下水位变化也会给施工带来挑战,水位过高可能导致基坑积水,影响基础施工质量和进度,而现有施工工艺在应对这些复杂多变的地质状况时,往往缺乏足够的有效性和灵活性。

### 2.2 混凝土质量控制难

水闸主体多由混凝土构建,其质量关乎工程安全。但混凝土质量控制面临诸多难题。原材料质量波动大,水泥、砂石等质量参差不齐,直接影响混凝土性能。配合比设计若不精准,会导致混凝土强度、耐久性等指标不达标。浇筑过程中,振捣不密实易产生蜂窝麻面、孔洞等缺陷,养护不当则会使混凝土表面干裂,降低抗渗性和抗冻性。此外,大体积混凝土施工时,水化热难以有效散发,易引发温度裂缝,这些因素都给混凝土质量控制带来极大困难。

### 2.3 金属结构安装精度低

水闸的金属结构,如闸门、启闭机等,安装精度要求极高。然而在实际施工中,精度难以保证。测量误差是常见问题,测量仪器精度有限或操作不规范,会使安装定位出现偏差。安装工艺落后,缺乏先进的定位和固定技术,导致金属结构各部件之间连接不紧密、间隙过大。此外,施工环境因素也会影响安装精度,如温度变化引起金属结构热胀冷缩,使安装尺寸发生变化。精度低不仅影响水闸的正常启闭,还会降低其密封性和稳定性,缩短使用寿命。

### 2.4 施工效率与成本矛盾

在水利工程水闸施工中,施工效率与成本常常陷入矛盾困境。为提高施工效率,采用先进的施工设备和技

追求低成本, 选用传统施工方法和简易设备, 虽能降低初期投入, 但施工周期会延长, 人工成本增加, 且施工质量难以保证, 后期维护费用也会上升。同时, 施工过程中不可预见的因素, 如恶劣天气、地质变化等, 会打乱施工计划, 进一步加剧效率与成本的矛盾, 使得施工单位难以在保证质量的前提下, 实现高效施工与成本控制的平衡<sup>[2]</sup>。

### 3 水利工程水闸施工工艺优化策略

#### 3.1 地质适应性优化

水利工程水闸所处地质条件复杂, 优化地质适应性至关重要。施工前, 运用先进地质勘探技术, 如三维地震勘探、高密度电阻率法等, 精准掌握地质结构、岩土性质及地下水位等信息。针对软弱地质, 采用换填法, 将软弱土层挖除, 换填强度高、稳定性好的材料, 如砂石、碎石等, 并分层压实, 提高地基承载力。对于岩石地质, 采用控制爆破技术, 精确控制爆破参数, 减少对周边岩体的扰动, 同时结合光面爆破, 使开挖面平整光滑。若遇地下水位较高情况, 设置合理的降水系统, 如井点降水、管井降水等, 降低地下水位, 确保基坑干燥施工。此外, 根据地质条件设计灵活的基础形式, 如桩基础、筏板基础等, 增强水闸对不同地质的适应能力, 保障工程稳定。

#### 3.2 混凝土质量控制优化

混凝土质量是水闸工程的关键。优化原材料选择, 严格筛选水泥、砂石、外加剂等, 确保其质量符合标准, 定期对原材料进行检测, 杜绝不合格材料进场。精准设计混凝土配合比, 通过试验确定最佳比例, 满足强度、耐久性等要求。浇筑过程中, 采用分层分段浇筑方法, 控制每层浇筑厚度, 使用插入式振捣器振捣密实, 避免出现蜂窝麻面、孔洞等缺陷。对于大体积混凝土, 采取内部埋设冷却水管、覆盖保温材料等措施, 控制混凝土内外温差, 减少温度裂缝产生。加强养护工作, 根据不同季节和环境条件, 采用洒水养护、喷涂养护剂等方式, 保持混凝土表面湿润, 延长养护时间, 提高混凝土强度和抗渗性。

#### 3.3 金属结构安装精度优化

金属结构安装精度直接影响水闸运行。优化测量工作, 选用高精度测量仪器, 如全站仪、激光准直仪等, 并定期校准, 确保测量数据准确。安装前, 对金属结构各部件进行严格检查和预拼装, 及时发现并处理变形、缺陷等问题。采用先进的安装工艺, 如激光定位技术、液压同步提升技术等, 提高安装定位的准确性。在安装过程中, 设置合理的临时支撑和固定装置, 保证金属结

构在安装过程中的稳定性, 防止变形。加强安装过程的质量监控, 安排专人进行实时监测和记录, 对关键部位的安装精度进行重点把控, 如闸门与门槽的间隙、启闭机的同轴度等, 确保金属结构安装精度符合设计要求, 保障水闸正常运行。

#### 3.4 施工效率与成本平衡优化

在水利工程水闸施工中, 平衡施工效率与成本是关键。优化施工组织设计, 合理安排施工顺序和进度计划, 采用流水作业、平行作业等方式, 提高施工效率, 缩短工期。选用先进适用的施工设备, 如自动化混凝土搅拌站、大型起重设备等, 提高施工机械化程度, 减少人工操作, 降低人工成本, 同时提高施工速度和质量。加强施工过程管理, 优化资源配置, 避免设备闲置和人员窝工, 提高资源利用率。采用新材料、新技术, 如高性能混凝土、预制装配式结构等, 减少施工工序, 提高施工效率, 降低后期维护成本。定期对施工成本进行分析和监控, 及时发现成本偏差并采取措施调整, 确保在保证施工质量的前提下, 实现施工效率与成本的最佳平衡。

#### 3.5 施工安全管理优化

施工安全是水利工程水闸施工的重中之重。优化安全管理体系, 建立健全安全管理制度, 明确各部门和人员的安全职责, 加强安全教育培训, 提高施工人员的安全意识和操作技能。施工现场设置明显的安全警示标志和防护设施, 如安全网、防护栏杆等, 对危险区域进行隔离和封闭。加强施工设备的安全管理, 定期进行检查和维护保养, 确保设备安全运行, 对特种设备操作人员进行专业培训和考核, 持证上岗。制定完善的应急预案, 针对可能发生的安全事故, 如坍塌、触电、火灾等, 开展应急演练, 提高应急处置能力。加强安全监督检查, 定期对施工现场进行安全检查, 及时发现和消除安全隐患, 对违规行为进行严肃处理, 营造良好的施工安全环境<sup>[3]</sup>。

### 4 水利工程水闸施工工艺创新方向

#### 4.1 智能化施工技术的应用

智能化施工技术在水利工程水闸施工中具有广阔应用前景。借助智能传感器, 可实时监测施工过程中的各项参数, 如混凝土浇筑时的温度、湿度、应力等, 以及金属结构安装的精度、设备运行状态等。通过大数据分析技术, 对这些海量数据进行深度挖掘和分析, 及时发现潜在问题并预警, 为施工人员提供科学决策依据。利用无人机进行施工现场巡查, 能快速获取全面的施工信息, 提高巡查效率和准确性, 及时发现安全隐患和质量问题。智能机器人可应用于一些危险、繁重的施工任

务,如基坑挖掘、混凝土振捣等,降低人工劳动强度和安全风险。此外,智能化施工管理系统可实现施工进度、质量、成本等信息的实时集成和共享,方便各参与方协同工作,提高施工管理水平和效率,推动水闸施工向智能化、精细化方向发展。

#### 4.2 绿色施工技术的推广

推广绿色施工技术是水利工程水闸施工可持续发展的必然要求。在施工用水方面,采用雨水收集和中水回用技术,将收集的雨水和经过处理的中水用于混凝土养护、场地冲洗等,减少对新鲜水资源的消耗。选用环保型施工材料,如低碱水泥、环保型外加剂等,降低施工过程中的环境污染。优化施工场地布局,合理规划材料堆放、设备停放区域,减少土地占用和破坏。加强施工过程中的扬尘控制,设置围挡、洒水降尘设备等,降低扬尘对周边环境的影响。同时,采用低噪音施工设备和方法,合理安排施工时间,减少施工噪音对周边居民的干扰。对施工过程中产生的建筑垃圾进行分类回收和再利用,提高资源利用率,降低对环境的负面影响,实现水闸施工与环境保护的和谐共生。

#### 4.3 装配式施工技术的探索

装配式施工技术为水利工程水闸施工带来了新的变革。在水闸建设中,可将闸门、闸墩、启闭机梁等结构部件在工厂预制生产,通过标准化、规范化的生产流程,确保部件的质量和精度。预制部件完成后,运输至施工现场进行组装,采用高精度的连接技术,如螺栓连接、焊接等,保证各部件之间的连接牢固可靠。装配式施工具有施工速度快、质量可控、受环境影响小等优点。工厂化预制生产不受施工现场天气等条件的限制,可实现批量生产,提高生产效率。同时,减少了现场湿作业量,降低了施工过程中的噪音、粉尘等污染。而且,装配式结构便于拆卸和更换,为水闸的后期维护和升级改造提供了便利,有利于提高水闸的使用寿命和运行可靠性。

#### 4.4 新材料的应用

新材料的应用能够显著提升水利工程水闸的性能和质量。高性能混凝土具有高强度、高耐久性、高抗渗性等优点,应用于水闸主体结构,可增强结构的承载能力和抗侵蚀能力,减少裂缝产生,延长工程使用寿命。纤维增强复合材料具有轻质、高强、耐腐蚀等特性,可用于制作水闸的闸门、栏杆等部件,减轻结构自重,提高结构的抗震性能和耐久性。新型防水材料,如聚脲防水涂料等,具有良好的防水性能和柔韧性,应用于水闸的防水工程,可有效防止渗漏,保护结构安全。此外,自修复材料的应用也是一大亮点,当材料出现微小裂缝时,能够自动修复,提高结构的自我修复能力,减少维修成本。通过合理选用和应用这些新材料,可提升水闸工程的整体性能和可靠性<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

水利工程水闸施工工艺的优化与创新是推动行业发展的核心动力。通过地质适应性、混凝土质量、金属结构安装等方面的工艺优化,以及智能化、绿色化、装配式施工等创新方向的探索,水闸施工在效率、质量、安全与环保等多维度实现显著提升。这不仅增强了水闸工程的稳定性与耐久性,更契合可持续发展的时代需求。未来,随着科技持续进步,我们应不断加大研发投入,深化工艺优化与创新实践,让先进技术更好服务于水利建设,为保障水资源合理利用、抵御水旱灾害、推动经济社会高质量发展筑牢坚实基础。

#### 参考文献

- [1]杨龙成.水利工程中水闸泵站基坑降水施工工艺及效果分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(09):228-230.
- [2]周国华.水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制[J].湖南水利水电,2025,(02):88-90.
- [3]李渊.水利工程中水闸施工技术的应用与管理措施研究[J].价值工程,2024,43(27):30-32.
- [4]刘国鹏.水闸加固施工技术在水利工程中的应用[J].科技资讯,2024,22(01):110-113.