

简述水利工程泵站水闸建设与管理

吴 斐

宿迁市淮西水利工程管理处 江苏 宿迁 223700

摘要: 水利工程中泵站水闸建设与管理对保障水资源调控及防洪排涝至关重要。本文围绕其建设与管理展开,涵盖泵站水闸施工管理重要性、工程建设要点,包括选址、泵房结构、水闸型式、自动化系统等,以及运行管理策略,涉及分类运行、维护检修、应急抢修、信息化平台和持续改进机制等方面,旨在提升泵站水闸建设与管理水平,保障水利工程安全高效运行。

关键词: 水利工程; 泵站水闸; 建设管理; 运行策略

引言

水利工程作为国家基础设施的关键构成,泵站水闸在其中发挥着水资源调配、防洪排涝等作用。其建设质量与运行管理水平,直接关乎水利工程的整体效能与安全。合理的建设方案与科学的管理策略,能有效提升泵站水闸的可靠性,保障周边地区的水资源合理利用和防洪安全。本文将深入探讨水利工程泵站水闸的建设与管理相关内容。

1 泵站水闸施工管理对水利工程建设的重要性

泵站水闸施工管理在水利工程建设中举足轻重,关乎工程整体效能与长期效益。它严格把控材料质量,从源头上杜绝劣质材料进入施工现场,为工程质量奠定基础;对施工工艺精益求精,确保每一个环节都按照规范操作,保障水闸结构强度、密封性和耐久性达到设计要求,有效避免混凝土配比不当、焊接缺陷、安装精度不足等引发的渗漏、变形问题,让工程能安全稳定运行。在资源利用方面,科学规划施工流程与合理调度设备是施工管理的重要体现。通过精心安排土方开挖、混凝土浇筑等工序,协调好各类设备的运作时间,减少工序冲突,避免材料闲置和设备空转,既提高了施工效率,又降低了工程成本。施工管理还高度重视工程的抗灾能力,注重提升设备可靠性,完善应急预案,确保闸门启闭系统、电力供应等关键环节在极端工况下依然能正常运转,为防洪排涝提供可靠保障。而且,施工记录存档与质量追溯机制能及时发现并修复隐蔽缺陷,防止渗流侵蚀等小问题积累成大故障,有效延长工程使用寿命。可以说,泵站水闸施工管理贯穿工程建设全周期,从结构安全到资源合理利用,从抗灾保障到寿命延长,全方位提升水利工程的综合价值,是水利工程建设不可或缺的关键环节^[1]。

2 水利工程泵站水闸的建设

2.1 工程选址与地质勘察要点

水利工程泵站水闸的选址需综合考量水文、地质、环境及运行需求,选址应优先选择地势开阔、水流平顺的区域,避免在断层带、软弱土层或易发生滑坡的地段建设,以降低结构失稳风险。地质勘察需通过钻探、物探等手段,明确地下水位、土层分布及承载力特征,重点分析地基的压缩性、透水性及抗冲刷能力;例如,在砂砾土层中,需评估渗透变形风险,采取振冲碎石桩或水泥搅拌桩等加固措施;在软土地基中,可通过预压排水或换填处理提升地基强度;需关注周边环境对工程的影响,如临近河道需防范冲刷侵蚀,靠近居民区则需控制施工噪声与振动,地质报告应详细记录土层参数、不良地质现象及处理建议,为设计提供可靠依据。

2.2 泵房结构与机电设备配置

泵房结构需根据水泵类型、流量及扬程要求进行设计,常见形式包括干室型、湿室型及块基型。干室型泵房适用于地下水位较低的地区,其结构分为地面层与地下层,地面层布置控制室、配电室,地下层安装水泵及管道,需做好防潮与通风设计;湿室型泵房则直接建于水中,水泵机组浸没运行,适用于地下水位高或需频繁启闭的场景,结构需强化防水与抗浮能力。块基型泵房将水泵与电机直接安装在混凝土块体上,整体性好,但施工精度要求高。机电设备配置需匹配泵站规模,水泵选型应兼顾效率与可靠性,优先选择比转速适中、汽蚀余量小的机型;电机功率需留有10%~15%的余量,以应对电压波动或短期过载,传动装置需采用联轴器或皮带传动,确保动力传递平稳;管道系统应优化布局,减少弯头与阀门数量,降低水头损失^[2]。

2.3 水闸型式与消能防冲设计

水闸型式需根据泄流能力、地形条件及运行方式选择,常见类型包括开敞式、胸墙式及涵洞式。开敞式水

闸适用于泄洪量大、河床稳定的场景，其闸室结构简单，但需设置消能设施；胸墙式水闸通过胸墙减少闸门高度，适用于水位变幅小或需控制过闸流速的情况；涵洞式水闸则将水流引入地下涵管，适用于空间受限或需隐蔽布置的工程。消能防冲设计是水闸安全运行的关键，需通过水工模型试验确定消能方式，底流消能适用于中低水头工程，通过设置消力池使水流在池内形成水跃，消耗多余能量；面流消能则利用水流表面旋滚消能，适用于高水头或地质条件较差的地区。防冲措施包括护坦、海漫及防冲槽，护坦需采用抗冲磨混凝土，厚度根据单宽流量确定；海漫段应布置碎石或块石，减缓水流对河床的冲刷；防冲槽则通过抛填大块石保护闸脚，防止淘刷导致结构失稳。

2.4 自动化控制系统集成方案

自动化控制系统通过传感器、执行机构及监控平台实现泵站水闸的智能运行。传感器网络需覆盖水位、流量、压力、温度等关键参数，水位传感器可采用浮子式或雷达式，流量计则根据管径选择电磁式或超声波式，确保数据采集精度，执行机构包括闸门启闭机、水泵电机及阀门控制器，闸门启闭机需配置编码器与限位开关，实现开度精确控制；水泵电机应配备变频器，根据水位变化自动调节转速，降低能耗。监控平台采用分层架构，现场层负责数据采集与设备控制，通信层通过光纤或无线网关传输数据，上位机层部署监控软件，实现远程监视、故障报警及历史数据查询。系统需集成气象预报模块，提前应对暴雨或干旱等极端天气；同时设置安全连锁功能，如闸门未完全关闭时禁止启动水泵，避免设备损坏，定期维护与软件升级可保障系统长期稳定运行，提升工程管理的精细化水平^[3]。

3 泵站水闸运行管理策略

3.1 分类运行管理模式

(1) 引水闸水量调配规则：引水闸核心功能是通过调节闸门开度控制进入渠道或水库水量，运行要兼顾上游来水条件与下游用水需求；水量调配基于实时水位监测数据，结合历史流量曲线分析，制定分时段分区域闸门启闭方案；农业灌溉高峰期，根据作物需水规律动态调整引水流量，避免渠道漫溢或灌溉不足，建立与气象部门联动机制，预报强降雨时提前降低闸前水位，预留调蓄空间。(2) 排水闸内涝控制标准：排水闸主要用于排除区域涝水，控制标准以区域防洪排涝规划为依据，内涝控制明确闸门启动水位、排水流量与持续时间等关键参数，区域积水深度超过设定阈值时，排水闸自动开启，按最大排水能力运行至积水深度降至安全范

围；定期校核排水闸过流能力，确保设计标准与区域发展后排水需求匹配，避免设施老化或标准滞后致内涝加剧。(3) 挡潮闸潮汐响应机制：挡潮闸根据潮汐规律与上游水位动态调整运行策略。涨潮期关闭闸门阻挡潮水倒灌，退潮期且上游水位高于下游时开启闸门利用潮差排水，潮汐响应结合天文潮预报与实时水位监测，制定分时段启闭计划，天文大潮期间提前关闭闸门并加强巡查，防止潮水漫过闸顶，非潮汐影响期转为常规排水模式，提高设施利用率。

3.2 日常维护与周期性检修

(1) 混凝土表面侵蚀修复技术：水闸混凝土结构长期暴露于水环境，易因水流冲刷、冻融循环或化学侵蚀致表面剥落，修复技术依据侵蚀类型选择材料与工艺；表面磨损用高强水泥砂浆或聚合物改性混凝土修补，恢复结构平整度，裂缝先压力灌浆处理，再涂覆防水涂料防渗水，严重腐蚀区域剔除疏松层后用碳纤维布加固，提升结构耐久性，修复后养护28天，确保材料强度达标。(2) 闸门止水橡皮更换流程：闸门止水橡皮是防渗漏关键部件，更换遵循标准化流程。先测量闸门尺寸与止水槽规格，定制符合要求橡皮条，拆除旧橡皮用专用工具，避免损伤闸门表面，安装新橡皮从一端向另一端逐步压入止水槽，确保无扭曲或空隙；最后进行闭水试验，检查渗流量是否符合设计标准，更换周期依使用频率与环境条件确定，一般3~5年更换一次。(3) 启闭机传动部件润滑周期：启闭机齿轮、轴承等传动部件定期润滑以减少磨损。润滑周期结合设备运行时长与环境温度制定，常温环境下每季度润滑一次，高温或高湿度环境下每月润滑一次；润滑剂选抗极压型工业齿轮油，确保重载条件下形成有效油膜，润滑前清洁部件表面，润滑后检查油位与泄漏情况，防止缺油或过量导致设备故障^[4]。

3.3 应急抢修与安全预案

(1) 汛期设备故障快速响应：汛期是水闸运行高风险期，设备故障可能导致严重后果。快速响应明确故障分类与处置流程，电气故障如电机烧毁，立即切断电源并启用备用设备；机械故障如齿轮断裂，使用液压千斤顶等工具临时支撑闸门，防止重力致结构变形；控制系统故障切换至手动模式操作，联系技术人员排查原因，响应时间控制在30分钟内，确保闸门功能不中断。(2) 结构沉降的应急加固方案：水闸基础沉降可能导致闸门卡阻或渗漏，应急加固先通过水准仪测量沉降量，沉降超过设计允许值立即采取措施。局部沉降用高压注浆法填充基础空隙，整体沉降在闸墩底部增设混凝土支撑柱，提升结构稳定性，加固后进行荷载试验，验证沉降

量是否稳定在安全范围。(3) 人员疏散与操作安全规范: 水闸作业涉及高空、涉水等高风险场景, 制定严格安全规范。操作人员穿戴救生衣、安全帽等防护装备, 闸门启闭过程中, 禁止人员进入闸室或靠近传动部件。发生泄漏或火灾, 按预定路线疏散至安全区域, 用干粉灭火器扑救初期火情, 每月组织安全演练, 提升人员应急能力。

3.4 信息化管理平台建设

(1) 实时水位与流量监测系统: 系统集成超声波水位计、电磁流量计等设备, 实时采集闸前闸后水位、过闸流量等数据。数据传输采用无线通信技术, 确保偏远区域稳定传输, 监测数据在云端存储, 生成动态曲线图, 助管理人员直观掌握水情变化, 水位或流量超过阈值, 系统自动触发警报, 提示采取调控措施。(2) 设备运行状态大数据分析: 部署振动传感器、温度传感器等设备, 采集启闭机、闸门等设备运行数据。大数据分析建立设备健康模型, 预测故障发生概率, 分析齿轮振动频谱可提前发现轴承磨损, 监测电机温度变化可预防过热烧毁, 分析结果以可视化报告呈现, 为维修计划提供依据。(3) 移动端巡检与故障上报功能: 开发移动端APP, 实现巡检任务分配、数据录入与故障上报一体化。巡检人员通过APP扫描设备二维码, 记录巡检时间、位置与状态, 发现故障上传照片或视频, 填写故障描述; 管理端实时接收上报信息, 生成维修工单并分配至责任人, 巡检数据与PC端同步, 确保信息完整性^[5]。

3.5 标准化与持续改进机制

(1) 管理流程的ISO认证: 引入ISO 9001质量管理体系, 对水闸运行、维护、检修等流程标准化, 认证明确各环节输入输出要求, 维修工单包含故障描述、处理

方案与验收记录, 操作规程细化至每一步骤, 通过认证减少人为失误, 提升管理规范性。(2) 维修档案的数字化管理: 建立电子化维修档案库, 存储设备历史维修记录、更换部件信息与检测报告。档案支持关键词检索与时间轴浏览, 帮助管理人员快速定位问题, 查询某闸门止水橡皮更换记录, 可分析使用寿命与更换周期是否合理, 数字化档案定期备份, 防止数据丢失。(3) 新技术应用的效果评估: 对引入新技术进行效果评估。评估从效率提升、成本节约与安全性增强三方面量化, 智能监控系统减少人工巡检频次, 节约人力成本; 碳纤维加固使结构寿命延长, 避免重建费用, 评估结果形成报告, 为后续技术选型提供参考。

结束语: 水利工程泵站水闸的建设与管理是一项系统且复杂的工作。从建设阶段的科学选址、合理设计泵房与水闸结构、集成自动化系统, 到运行管理中的分类精准调控、日常维护与周期性检修、应急抢修预案制定、信息化平台建设以及持续改进机制实施, 每个环节都紧密相连。只有全面做好这些工作, 才能确保泵站水闸长期稳定、高效运行, 为水利事业发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 邹连鑫. 水利工程中泵站水闸洪涝排水与止水问题分析[J]. 中国水能及电气化, 2021(8):49-52.
- [2] 李晓东. 水利工程中水闸施工的技术要点及其注意事项分析[J]. 水电站机电技术, 2021, 44(3):92-94.
- [3] 陈新河. 水利工程水闸闸墩补强加固及表面防护处理分析[J]. 黑龙江水利科技, 2021, 49(6):180-182.
- [4] 程跃军. 泵站水闸的施工质量管理与技术应用[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2020, (06):155-156.