

水闸施工工艺流程及质量控制分析

梁骏宇¹, 张良群²

1. 淮安新水建设有限公司, 江苏 淮安 223001

2. 江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223001

DOI:10.61369/ERA.2025110002

摘 要 : 水闸工程作为水利枢纽的重要组成部分, 其施工工艺和质量控制直接关系到工程的安全性与耐久性。在施工过程中, 需综合考虑地基处理、混凝土浇筑、闸门安装等关键环节, 合理制定施工顺序与技术措施。施工质量控制贯穿于原材料选择、施工设备配置、工艺流程执行及成品检测全过程。通过建立严格的质量管理体系与标准化作业流程, 可有效预防质量通病, 提升工程整体质量水平。科学的施工工艺与精细化质量控制策略是保障水闸工程顺利实施的关键。

关 键 词 : 水闸工程; 施工工艺; 质量控制; 混凝土浇筑; 闸门安装

Analysis of Construction Process Flow and Quality Control for Sluice Gates

Liang Junyu¹, Zhang Liangqun²

1. Huai'an Xinshui Construction Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu 223001

2. Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu 223001

Abstract : As a crucial component of water conservancy projects, sluice gate engineering's construction process and quality control directly impact the safety and durability of the project. During construction, it is essential to comprehensively consider key aspects such as foundation treatment, concrete pouring, and gate installation, and to reasonably formulate construction sequences and technical measures. Quality control in construction permeates the entire process, from raw material selection and construction equipment configuration to the execution of process flows and finished product inspection. By establishing a stringent quality management system and standardized operational procedures, common quality issues can be effectively prevented, and the overall quality level of the project can be enhanced. Scientific construction techniques and refined quality control strategies are pivotal for ensuring the smooth implementation of sluice gate engineering.

Keywords : sluice gate engineering; construction process; quality control; concrete pouring; gate installation

引言

随着水利基础设施建设的不断推进, 水闸在防洪调度、水资源调配及生态环境保护中发挥着日益突出的作用。作为控制水流的关键设施, 其施工质量不仅影响使用安全, 还关乎区域水利系统的整体效能。当前在水闸施工实践中, 仍存在工艺不规范、质量监管薄弱等问题, 亟需系统化梳理施工流程并强化全过程质量控制。通过深入分析水闸施工工艺流程及质量管理要点, 可为类似工程提供可借鉴的技术支持与实践指导。

一、水闸工程结构特点与施工要求

水闸作为水利工程中的重要控制结构, 广泛应用于河流、渠道、水库等水体中, 承担着调节水位、控制流量、防洪排涝和保障灌溉等多重功能。其结构设计不仅要满足水力学功能需求, 还要适应复杂多变的地质、水文环境, 对工程稳定性、安全性提出了极高的要求。水闸通常由闸室、闸门、启闭设备、墩柱、工作桥及控制系统等组成, 各部分结构之间需高度协调, 以保证运行的可靠性与长期耐久性。其中, 闸室结构需承受巨大水压力, 混

凝土浇筑质量直接影响其抗渗能力与整体稳定性; 闸门作为活动结构, 其安装精度和运行顺畅度是确保启闭灵活性和水流调控精度的关键; 启闭机及传动装置的稳定运行则关系到整个水闸功能的实现。

水闸施工要求具备高度的系统性与严密性, 体现在工序安排科学、材料选用合理、环境适应良好及技术实施专业。施工前需进行详细的地质与水文勘察, 软弱地基应通过高压旋喷、灌浆等方式加固, 提升承载力, 防止不均沉降引发结构问题。混凝土施工阶段应控制配合比、振捣密实, 关键部位如闸室与底板需采取

分层浇筑、设置止水带等措施，确保结构抗渗防裂。闸门安装需毫米级精度，借助反复调试与试验，保障运行顺畅、密封良好。施工期间还应实时监测水位变化、天气状况与设备运行状态，确保质量与进度同步可控。整体而言，水闸施工是多专业融合、全过程动态管控的系统性工程管理活动^[1]。

为满足现代水利工程日益提高的质量和安全生产要求，水闸施工过程中应贯彻“预控为主、过程为重、细节为基”的质量管理理念。这要求各参建单位从设计图纸审查、原材料进场检验、关键工序控制到成品验收等环节，建立起全过程、全要素、全员参与的质量控制体系。例如，混凝土强度、闸门防腐性能、启闭设备的运行稳定性等指标需实施分阶段检测和数据跟踪分析，及时发现并反馈整改。同时，引入信息化手段如 BIM 建模、施工监测系统等，可实现工程数据可视化、质量问题可追溯，大幅提升施工管理的科学性与精准度。结构特点决定了水闸工程容不得半点疏忽，施工要求决定了每一步操作都必须规范严谨，唯有以系统性思维和精细化管理双重保障，方能确保水闸工程的安全运行和长效服务。

二、水闸施工工艺流程及关键技术环节

水闸施工工艺流程具有系统性和阶段性，需依据设计图纸与现场地质、水文条件，科学安排施工步骤，确保各工序协调衔接。通常流程包括场地清理、测量放线、围堰筑护、基坑开挖与支护、地基处理、闸室混凝土施工、闸门及启闭设备安装、附属结构施工与验收等环节。各道工序相互依赖，并需具备前瞻性布局。例如，围堰工程为整个施工创造稳定环境，基坑与排水系统的设置确保作业区干燥；而混凝土结构如闸室和墩柱的施工，需按结构受力要求采取分段浇筑、合理布置施工缝，以保障整体稳定^[2]。

关键技术环节是控制质量与工期的核心。首先，地基处理是首要技术难点，针对软弱地基常采用高压旋喷、强夯、复合地基等方法，以增强地基承载力和稳定性。地基不牢将引发沉降和结构变形等风险。其次，混凝土施工需严格控制配合比、振捣密实及养护质量，防止蜂窝麻面、裂缝等常见问题，特别是温差裂缝控制与缝处理是保障结构完整的关键。再者，闸门与启闭设备安装精度要求高，需通过激光测量、试运行等手段，确保启闭灵活、密封可靠，尤其在多闸门联动系统中，精确调试可避免结构受力不均。

现代施工越来越多采用信息化手段提升管理效率和施工质量。例如测量定位中应用全站仪和 GPS 系统，提升施工精度；混凝土浇筑中使用智能温控系统监测水化热，优化浇筑与养护安排；闸门调试则借助传感器与智能平台，实时监控启闭状态和运行参数，实现远程管理。这些先进技术显著提高了水闸施工的自动化与规范化水平^[3]。因此科学组织施工流程与强化关键节点控制相结合，构建起高效、规范、可靠的水闸施工体系，为工程质量与运行安全提供有力保障。

三、影响水闸施工质量的主要因素

水闸施工质量受到多种因素的综合影响，这些因素既包括自

然条件的限制，也包括人为管理与技术水平的制约。自然环境因素是影响水闸施工质量的基础性前提。地质条件不良、地下水位高、水流湍急等情况，会直接增加施工难度。例如，在软弱地基区域，如果未能采取有效的地基加固措施，可能会导致结构沉降不均或局部失稳；而在雨季或枯水期交替频繁的地区，施工区域极易遭受水浸或水位波动影响，影响混凝土浇筑质量及设备基础稳固性。此外，气温、湿度等气候条件对混凝土养护及闸门安装精度也有较大影响，若控制不当，容易引发裂缝、变形或锈蚀等问题。因此，在项目启动前，必须全面评估自然条件，制定应对预案，并根据气候变化动态调整施工计划^[4]。

技术工艺水平和设备性能直接决定施工质量的可控性。水闸施工涉及多个专业工种和复杂结构工艺，任何一道工序中的技术失误都可能对整体工程造成不可逆的影响。尤其是在混凝土施工、钢筋绑扎、模板支设等基础性工序中，必须严格按设计图纸和规范施工，一旦出现模板变形、钢筋错位或振捣不密实等现象，将直接影响结构强度和耐久性。同时，施工机械和检测设备的先进程度与维护状况也在很大程度上影响着操作精度和施工效率。例如，启闭设备安装环节对设备精度要求极高，若使用精度不足或校准不严的测量工具，很难保证闸门轨道和止水面的垂直度与平整度，从而影响启闭灵活性和密封效果。因此，提升施工技术和保障设备良好运行状态，是确保施工质量的关键环节^[5]。

施工管理水平和质量控制体系的完善程度，是决定水闸工程能否顺利、高质量完成的核心因素。现场管理混乱、技术交底不到位、工序安排不合理等现象，极易造成施工质量事故。例如，混凝土浇筑过程中若施工进度安排不科学、冷缝处理不及时，将出现结构断层，降低抗渗能力。同时，对施工原材料如水泥、砂石、钢筋等的质量把控不到位，也会埋下质量隐患。质量控制体系应覆盖从原材料检验、施工过程监督到成品验收的全过程，确保每一个环节都处于可监测、可追溯状态。此外，施工人员的培训和质量意识也极为重要，只有建立起全员参与、全程控制的质量管理机制，才能有效防止质量问题的发生，确保水闸工程长期稳定运行。

四、水闸施工全过程质量控制策略

水闸施工全过程的质量控制应贯穿于工程准备、施工实施和竣工验收的各个阶段，构建系统性、闭环式的质量管理机制。在工程准备阶段，首先需组织专业技术人员对施工图纸进行会审，确保设计意图清晰可行，并结合现场地质、水文条件制定合理的施工组织设计与专项施工方案。对施工材料应严格把关，所有进场的混凝土、水泥、钢筋、止水材料等均需按规定进行性能检测，确保符合相关技术规范^[6]。此外，施工队伍的技术交底和岗前培训也不可忽视，需使操作人员充分了解质量控制要点及操作流程，为后续施工质量打下坚实基础。

进入正式施工阶段，各道工序必须严格执行规范化作业流程，重点把控关键控制点。在基坑开挖与地基处理过程中，应加

强对边坡稳定性和地下水位的监测，采取有效支护和排水措施，防止塌方与渗漏。混凝土施工中需确保模板安装牢固、振捣密实、养护到位，特别是闸室、墩柱等承压结构的浇筑应采取分段施工工艺，避免结构冷缝和蜂窝麻面等缺陷的产生。钢筋加工及安装过程中应重点控制钢筋间距、锚固长度和保护层厚度，确保结构受力性能。闸门及启闭设备安装环节则需通过高精度测量及反复调试，确保启闭灵活、密封严密。整个施工过程中要建立质量巡查和专人旁站制度，对重点工序实施动态管控，发现问题立即整改，防止质量隐患积累。

在竣工验收及后期质量评估阶段，需组织多方参与的综合验收小组，对工程实体质量、设备运行状态及施工资料进行全面检查。通过试运行、水密性试验、结构强度检测等手段，评估工程整体性能是否达到设计标准。同时，应建立工程质量档案和问题整改台账，对施工过程中出现的问题进行记录、分析与总结，为今后类似工程提供经验依据。随着信息化技术的发展，建议在水闸工程中推广 BIM 模型管理、智能监测系统等技术手段，实现对施工过程的可视化管理和对关键参数的实时监控，从而不断提升质量控制的科学性与效率^[7]。全过程、全方位、全责任制的质量控制策略，是实现水闸工程安全、高效、耐久运行的根本保障。

五、提升水闸施工质量的优化建议与实践路径

为进一步提升水闸施工质量，需在技术手段、管理机制及人员能力三方面进行综合优化，构建多维协同的质量保障体系。在技术层面应注重新材料、新工艺的推广应用，针对传统施工中易出现的混凝土裂缝、闸门漏水等问题，通过使用高性能混凝土、自密实混凝土和新型止水材料提升工程耐久性。同时，应引入信息化施工管理手段，如 BIM 技术、三维激光扫描和自动化监测系统，实现结构定位精度控制与施工过程实时可视化管理。据统计，通过 BIM 技术辅助管理的水闸项目，其施工误差控制精度可提高 30% 以上，有效减少返工次数和质量缺陷，显著提高了施工

效率与质量稳定性。

完善质量控制管理体系是保障施工质量持续提升的核心。建议各施工单位建立“项目经理—专业工程师—工序班组”三级质量管理架构，强化岗位责任制和质量追溯机制，对关键工序实行专人旁站与全程记录管理。同时，施工前应组织质量目标责任书签订与技术交底，确保每一道工序的质量标准和控制要点落实到位。在材料进场、设备安装、结构验收等关键环节，需坚持“先检后用”“不合格不使用”的原则，杜绝质量问题源头隐患^[8]。此外，加强与设计、监理、业主三方的协同联动，建立质量问题联合评审和快速反馈机制，可使问题平均处理周期缩短 40%，大大提升整改效率与施工进度。

应高度重视施工队伍的专业素养与技能水平，通过常态化培训、技术比武及现场观摩等方式不断提升作业人员质量意识与技术能力。实践表明，在组织开展标准化操作培训后，一线作业人员操作合格率提升至 95% 以上，有效降低了因操作不当引起的质量问题。同时，应建立质量激励机制，对在施工中严格执行规范、发现质量隐患并及时上报的个人和团队给予奖励，形成全员关注质量、主动控制风险的良好氛围。通过“技术支撑 + 管理强化 + 人才保障”的多维路径，推动水闸施工质量持续优化，为水利工程的安全运行和社会效益的全面实现提供坚实基础。

六、结束语

水闸作为重要的水利控制工程，其施工质量直接关系到工程安全运行和区域水资源管理成效。通过系统梳理施工工艺流程、分析关键技术环节与影响因素，并提出全过程质量控制策略和优化建议，能够有效提升水闸工程建设的规范化和科学化水平。在日益严峻的水资源调控与防洪形势下，唯有坚持技术创新、强化管理、严控细节，方能实现水闸施工的高质量、高标准与高效能，确保工程长期稳定运行，真正发挥其在水利体系中的关键作用。

参考文献

[1] 单志勇，吴平连. 中小水闸施工工艺探讨及质量控制分析 [J]. 科技展望, 2016, 26(14): 86.
[2] 卢国辉. 水闸施工工艺探讨及质量控制分析 [J]. 建材与装饰, 2017, (52): 290-291.
[3] 余乔楠. 水闸施工工艺及质量控制分析 [J]. 江西建材, 2019, (06): 131-132.
[4] 叶建河. 水利工程水闸施工工艺流程与质控对策 [J]. 山西水利, 2022, (01): 58-60.
[5] 吴英成. 水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制分析 [J]. 珠江水运, 2022, (09): 79-81.DOI: 10.14125/j.cnki.zjsy.2022.09.006.
[6] 刘浏昊知，刘晨阳. 水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制分析 [J]. 工程建设与设计, 2023, (20): 156-158.DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.10.251.
[7] 林观涛. 水利工程水闸施工工艺流程与质控对策分析 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(20): 93-95.DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2023.20.031.
[8] 刘艳，张胜利. 水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制分析 [C]// 中国水利学会城市水利专业委员会·第七届城市水安全与水管理学术研讨会论文集. 山东菏泽黄河工程有限公司, 2024: 112-114.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.026810.