

水利水电工程的水闸施工技术管理

徐华业¹ 王东亚² 葛建文³

1. 淮安市淮阴区张福河船闸管理所 江苏 淮安 223300

2. 淮安市淮阴区渔沟水利服务站 江苏 淮安 223300

3. 淮安市淮阴区水生态建设服务中心 江苏 淮安 223300

摘要：水闸作为水利水电工程核心设施，在防洪、排涝、灌溉等领域发挥关键作用。本文围绕水利水电工程水闸施工技术管理展开研究。阐述水闸工程功能、结构及施工技术特点。分析了基础工程、闸室结构、设备安装等主体结构施工关键技术要点。从制度体系构建、全过程管控、问题闭环管理三方面提出质量控制管理措施。研究表明，科学的施工技术与严格的管理措施相结合，可有效保障水闸施工质量与工程安全，为同类工程提供技术与管理参考，助力水利水电工程建设高质量发展。

关键词：水利水电工程；水闸施工技术；管理措施

引言：水利水电工程水闸施工常面临复杂地质条件、水文气象影响及高精度技术要求等挑战，施工技术与管理水平直接关乎工程质量与使用寿命。随着水利工程建设规模扩大，对水闸施工技术管理提出更高要求。本文基于水闸施工实际需求，系统探讨施工技术要点与管理措施，旨在为提升水闸工程建设质量、保障工程安全运行提供理论与实践支撑。

1 水闸工程概述及施工技术特点

水闸是一种既能挡水，又能泄水的低水头水工建筑物，广泛应用于防洪、排涝、灌溉、航运等领域。其主要功能在于调节水位、控制流量，确保区域水资源的合理分配与利用。水闸的结构组成通常包括闸室、上游连接段和下游连接段三大部分。闸室是水闸的主体，承担挡水和泄水任务，由底板、闸墩、闸门、工作桥和交通桥等部分组成；上游连接段主要作用是引导水流平顺进入闸室，并具有防冲、防渗功能；下游连接段则需消除下泄水流的能量，防止水流对下游河床及岸坡的冲刷破坏。依据功能和使用条件的不同，水闸可分为多种类型。节制闸用于调节水位和控制下泄流量，常建于河道、渠道或水库的出水口；进水闸用于从河道、水库等水源引水，满足灌溉、供水等需求；挡潮闸设置在河口地区，抵御潮水倒灌，同时排除内涝积水。

水闸施工具有以下技术特点和难点。（1）水闸基础多位于软土地基或复杂地质条件区域，对地基处理技术要求极高，需通过换填、桩基、强夯等方法确保基础的承载能力和稳定性。（2）水闸施工受水文、气象条件影响大，特别是在汛期施工时，需合理安排施工进度和导流方案，避免洪水对施工安全和质量的威胁。水闸结

构中大量使用大体积混凝土，浇筑过程中易产生温度裂缝，需采取温控措施，如优化混凝土配合比、埋设冷却水管等。（3）闸门与启闭机等金属结构的安装精度要求高，严格控制其垂直度、水平度和启闭性能，以保障水闸运行的可靠性和安全性^[1]。

2 水闸主体结构施工关键技术要点

2.1 基础工程施工技术

2.1.1 基坑开挖

开挖前，根据设计图纸和地质勘察报告，精准测量放线，确定基坑的位置、尺寸和深度。在开挖过程中，遵循分层分段、对称开挖的原则，严格控制开挖坡度，防止边坡失稳引发坍塌事故。对于土质较好的区域，可采用机械开挖提高效率，但要预留20-30cm的保护层，采用人工开挖修整，避免机械扰动地土。若遇地下水丰富的情况，需提前设置有效的排水系统，如集水井降水、井点降水等，将地下水位降至基坑底面以下0.5-1m，确保干地施工环境。开挖出的土方应合理堆放，距离基坑边缘保持一定安全距离，防止因堆载过大导致边坡变形。

2.1.2 地基处理

水闸地基处理需根据地质条件选择合适的方法。当遇到软土地基时，常用的处理方式有换填法、深层搅拌法、振冲法等。换填法是将软弱土层挖除，换填强度高、压缩性低的材料，如砂石、灰土等，通过分层压实提高地基承载力；深层搅拌法利用水泥、石灰等固化剂与软土强制搅拌，形成具有整体性、水稳定性和一定强度的加固体；振冲法借助振冲器的振动和水冲作用，使砂土密实，或在粘性土中形成碎石桩复合地基。若为岩石地基，需对表面进行清理，凿除松动岩石，对存在的

裂隙、溶洞等采用灌浆、混凝土回填等方式处理，确保地基与闸室底板紧密结合。

2.1.3 混凝土垫层

混凝土垫层是基础与闸室底板之间的过渡结构，起到找平、保护地基和传递应力的作用。垫层施工前，需对地基表面进行清理，去除杂物、积水，并适当洒水湿润。混凝土采用C15-C20等级，通过搅拌站集中拌制，利用混凝土运输车运至现场。浇筑时，采用平板振捣器振捣密实，控制浇筑厚度和表面平整度，偏差不超过 $\pm 10\text{mm}$ 。浇筑完成后，及时覆盖塑料薄膜或土工布进行养护，养护时间不少于7天，防止混凝土因失水产生收缩裂缝^[2]。

2.2 闸室结构施工技术

2.2.1 钢筋绑扎

钢筋加工前，需对原材料进行严格检验，确保其品种、规格、性能符合设计要求。加工过程中，严格控制钢筋的弯曲角度、弯钩长度等参数。绑扎时，先根据设计图纸在垫层上弹出钢筋位置线，然后按照底层钢筋、上层钢筋、箍筋的顺序依次绑扎。采用绑扎丝将钢筋交叉点牢固绑扎，必要时采用点焊加强连接。对于大直径钢筋，可采用机械连接或焊接方式，确保接头强度满足要求。同时，设置足够的垫块和马凳筋，保证钢筋的保护层厚度和上下层钢筋间距准确，防止混凝土浇筑时钢筋移位。

2.2.2 模板安装

模板材料多选用钢模板或木模板，安装前需对模板表面进行清理、打磨，并涂刷脱模剂，便于拆模。安装过程中，先安装侧模，通过对拉螺栓、支撑体系固定，确保模板的垂直度和稳定性。对拉螺栓的间距、直径需根据混凝土侧压力计算确定，防止模板胀模。模板拼接处应严密，采用海绵条或密封胶条处理，避免漏浆。对于闸墩、牛腿等复杂结构部位，需进行模板设计和试拼，确保安装精度。安装完成后，需对模板的位置、尺寸、高程进行全面检查，验收合格后方可进行混凝土浇筑。

2.2.3 大体积混凝土浇筑

闸室底板和闸墩等部位常采用大体积混凝土，因此需采取特殊施工工艺。首先优化混凝土配合比，选用低水化热水泥，掺加粉煤灰、矿渣粉等掺合料，减少水泥用量，降低水化热。同时采用冷水或冰水搅拌混凝土，降低混凝土入模温度，控制在 25°C 以下。浇筑时，采用分层分段浇筑方法，每层浇筑厚度不超过 50cm ，层间间隔时间不超过混凝土初凝时间，确保上下层混凝土良好结合。在混凝土内部埋设冷却水管，通过循环冷水带

走水化热，控制混凝土内外温差不超过 25°C 。浇筑完成后，及时进行保温保湿养护，采用覆盖棉被、塑料薄膜，喷洒养护剂等方式，养护时间不少于28天，防止混凝土表面失水干裂。

2.3 闸门与启闭机安装技术要点

2.3.1 闸门安装

闸门安装前，需对门槽进行清理和检查，确保门槽内无杂物、钢筋无阻碍。平面闸门安装时，先将底槛、侧轨等埋件安装固定，调整其高程、垂直度和里程符合设计要求，然后通过起重机将闸门分节吊装入槽，进行拼接。拼接过程中，控制闸门的平整度和止水橡皮的压缩量，确保止水效果。弧形闸门安装时，需精确安装支臂和支铰座，保证支铰的转动灵活性和同心度，然后吊装门叶与支臂连接。

2.3.2 启闭机安装

启闭机类型主要有卷扬式、液压式等，安装时需根据不同类型制定相应方案。以卷扬式启闭机为例，安装前先对基础进行检查验收，确保基础强度和预埋件位置准确。将启闭机机架吊装就位，通过调整垫铁和地脚螺栓，保证机架的水平度和垂直度偏差不超过规范要求。安装卷筒、钢丝绳、滑轮组等部件，注意钢丝绳的缠绕方式和张力均匀性。安装电气控制系统，进行接线和调试，确保电气元件动作灵敏、可靠。

2.4 止水设施与防渗工程施工工艺

2.4.1 止水设施施工

止水设施是防止水闸渗漏的关键部位，主要包括止水橡皮、止水铜片等。止水橡皮安装时，先在闸门边框上钻孔，然后将止水橡皮用螺栓固定，螺栓间距控制在 $20\text{--}30\text{cm}$ ，确保橡皮与闸门紧密贴合。止水铜片安装于混凝土分缝处，安装前需对铜片进行加工，使其形状符合设计要求，铜片接头处采用双面焊接，焊缝长度不小于 20cm ，保证焊接质量。安装时，将止水铜片准确嵌入混凝土中，两侧用模板固定，防止浇筑混凝土时移位。

2.4.2 防渗工程施工

水闸防渗工程包括水平防渗和垂直防渗。水平防渗常采用铺盖，铺盖材料有黏土、混凝土等。黏土铺盖施工时，需控制土料的含水量和压实度，分层填筑，每层厚度不超过 30cm ，采用羊足碾等机械压实。混凝土铺盖施工与普通混凝土施工类似，但需注意与闸室底板的连接，设置伸缩缝和止水设施。垂直防渗可采用帷幕灌浆、高压喷射灌浆等方法。帷幕灌浆时，根据地质条件确定孔位、孔深和灌浆压力，通过钻孔将水泥浆注入地层，形成连续的防渗帷幕；高压喷射灌浆利用高压水流

和水泥浆喷射切割土体,形成防渗墙^[3]。

3 施工质量控制技术与管理措施

3.1 质量管理体系构建

3.1.1 组织架构与职责划分

建立分级质量管控组织体系,成立以项目经理为核心的质量管理领导小组,统筹协调质量控制工作;设立专职质量部门,负责制定质量标准、监督执行与验收评定;各施工班组设置质量员,落实一线质量自检。明确各级人员职责,如项目经理对整体质量负总责,技术负责人把控施工工艺与方案,质量员负责工序检查,形成“层层负责、责任到人”的管理架构。

3.1.2 标准化制度建设

制定覆盖施工全流程的质量管理制度,包括原材料进场检验制度、工序交接验收制度、质量奖惩制度等。细化各制度实施细则,如原材料验收需明确抽样比例、检测项目与不合格处理流程;工序交接需规定验收标准、参与人员及记录要求,确保质量管理有章可循。

3.1.3 技术管理体系完善

建立技术交底与培训制度,施工前由技术负责人向施工人员详细讲解图纸、工艺标准与质量控制要点,定期组织技能培训提升人员专业水平。同时,建立施工技术档案,完整记录技术方案、变更通知、检测数据等资料,为质量追溯与后续管理提供依据。

3.2 施工全过程质量管控措施

3.2.1 施工准备阶段管理

强化施工方案审核,组织专家对施工组织设计、专项方案进行论证,确保方案技术可行、质量可控。严格执行材料设备准入制度,对供应商资质、产品合格证、检测报告进行审查,要求进场材料按批次复检,设备需通过性能测试方可使用。此外,对施工现场条件进行复核,确保测量放线、场地布置符合设计要求。

3.2.2 施工过程动态管理

实施“三检”制度,即班组自检、施工队复检、项目部终检,上道工序未通过验收不得进入下道工序。建立质量巡查与旁站监督机制,质量管理人员对关键工序(如混凝土浇筑、地基处理)进行全过程旁站,实时记录施工参数;每日开展现场巡查,及时纠正违规操作。引入信息化管理手段,利用BIM模型模拟施工流程,通过传感器实时监测关键部位质量数据,实现动态预警与调整。

3.2.3 进度与资源协同管理

优化资源配置计划,根据施工进度与质量要求,合理调配劳动力、材料与设备,避免因资源短缺导致质量下滑。建立进度与质量联动机制,严禁为赶工期牺牲质量,当进度与质量冲突时,优先保障质量标准。定期召开质量例会,分析施工中出现的問題,调整管理策略。

3.3 质量问题闭环管理机制

3.3.1 质量缺陷识别与评估

建立质量隐患排查制度,定期组织专项检查,利用无损检测、外观检查等手段识别潜在问题。对发现的质量缺陷进行分级评估,根据严重程度划分为一般缺陷、严重缺陷和重大缺陷,明确不同等级的处理流程与责任主体。

3.3.2 整改与验收管理

针对质量问题制定专项整改方案,明确整改措施、完成时间与责任人。整改过程中,质量部门跟踪监督,确保整改按方案执行。整改完成后,组织相关人员进行验收,严格对照标准核查,未达要求的继续整改,直至验收合格,形成“发现问题-整改-验收”的闭环管理。

3.3.3 质量责任追溯与持续改进

建立质量责任追溯制度,对质量问题倒查责任,依据奖惩制度对相关人员进行处理。定期开展质量总结分析,通过案例复盘找出管理漏洞,优化制度流程,推动质量管理水平持续提升。

结束语:本研究全面梳理了水闸施工技术管理要点,明确了各环节施工技术关键与质量控制方法。通过对施工技术与管理措施的深入分析,形成一套较为完善的水闸施工技术管理体系。但随着新材料、新工艺的不断涌现,水闸施工技术管理需持续创新。未来应加强智能化技术应用,深化施工技术与管理融合,进一步提升水闸工程建设的科学化、精细化水平。

参考文献

- [1]夏杰.水利水电工程中水闸施工技术与管理的探讨[J].珠江水运,2023(11):114-116.
- [2]古志辉.水利水电工程中水闸施工技术与管理的探讨[J].珠江水运,2020(14):35-36.
- [3]陈雪芳,何涛.水利水电工程中水闸施工技术与管理的探讨[J].城镇建设,2020(10):188-189.