水利电力工程中水闸施工技术与管理

杨佳杭
河北省水利工程局集团有限公司　河北　石家庄　050000

摘　要：水闸是水利电力工程的核心调控构筑物，施工工艺复杂、现场管控难度大，其施工质量与管理水平直接影响工程安全稳定运行。本文梳理水闸的基本功能与分类，系统阐述地基处理、闸室浇筑、设备安装、防渗排水等核心施工工艺。同时从前期筹备、质量、进度、成本四个维度构建全过程施工管理体系，并总结现场安全管控要点。结合工程实际施工经验，梳理标准化施工与精细化管理实操方法，可为同类水闸工程施工建设、现场管控提供参考。

关键词：水利电力工程；水闸施工；关键技术；全过程管理；安全管理

引言：在水利电力工程建设中，水闸承担着防洪控水、水资源调配、保障发电供水的重要作用，是水系调度与工程运维的关键设施。现阶段部分水闸工程存在施工工艺把控不严、现场管理体系不完善、安全管控不到位等问题，易引发结构沉降、渗水、设备运行故障等质量安全隐患，影响工程使用寿命与运行效率。为规范水闸施工流程、提升工程建设质量，本文结合现场施工实际，系统梳理水闸核心施工技术，搭建全过程精细化管理机制，明确安全管控重点，为水闸工程标准化、规范化施工提供实操依据。

1 水闸的功能与分类

在水利电力工程体系中，水闸是核心水工建筑物，具备多元化的实用功能。日常运行中，水闸可通过启闭闸门调控河道水流，实现防洪排涝，规避汛期水位暴涨引发的工程险情。水闸能够合理调配流域水资源，根据农田灌溉、生活用水及电力生产需求调节水量，保障水电站稳定取水发电，为水利电力工程持续运行提供基础保障。结合工程应用场景与结构形式，水闸可分为多种类型，按结构可分为开敞式、涵洞式、胸墙式水闸，按用途可分为防洪闸、灌溉闸、发电节制闸等，不同类型水闸适配不同水文环境与工程需求，功能侧重各有差异[1]。

2 水闸施工核心关键技术

2.1 地基处理关键技术

水闸地基承载能力、沉降稳定性直接决定整体工程施工质量，针对施工现场软土、砂石、岩层等不同地质条件，需因地制宜选用加固工艺，严格把控各工序施工要点。（1）换填处理技术。该技术主要适用于浅层软土地基、杂填土地基施工。施工时先清理基底软弱土层、淤泥及杂质，开挖至设计标高后，选用级配砂石、素土、灰土等稳定性强的填料分层回填摊铺。每层摊铺厚度控制在200至300mm，采用振动压路机分层碾压，碾压次数不少于3遍，施工过程中全程检测压实度，确保地基压实度、平整度符合设计规范。（2）注浆加固技术。针对深层松散土层、裂隙岩基采用注浆工艺。施工前依据地质勘察报告布设注浆孔，严格控制孔位、孔径及孔深。采用水泥浆液或水泥-水玻璃双液浆，通过压力注浆方式将浆液注入土体裂隙与空隙中，浆液固化后与土体结合形成整体固结层。施工中精准控制注浆压力与注浆量，避免压力过大造成土体劈裂、压力不足导致加固不密实。（3）桩基础处理技术。对于承载力极差、沉降风险高的软基区域，采用灌注桩、预制桩进行地基加固。桩基施工严格把控成孔垂直度、孔底沉渣厚度，成孔后及时清孔、吊装钢筋笼、浇筑混凝土，保证桩身完整性。

2.2 闸室施工核心技术

闸室作为水闸主体承重与挡水结构，包含底板、闸墩、胸墙等核心构件，施工以钢筋、模板、混凝土施工为核心，严控工艺细节，保障结构强度与整体精度。（1）模板安装施工。闸室模板优先采用钢模板，安装前对模板表面除锈、打磨、涂刷脱模剂，保证表面平整光滑。模板安装严格按照测量放线点位施工，把控垂直度、平整度与截面尺寸，采用对拉螺栓与钢管脚手架双重加固，设置止水垫片杜绝螺栓孔洞渗水。（2）钢筋绑扎施工。钢筋进场后先进行规格、质量复检，剔除锈蚀、变形钢筋。严格按照施工图纸下料、弯折、绑扎，保证钢筋间距、保护层厚度、搭接长度符合规范。闸室底板、闸墩受力钢筋交叉部位重点加固绑扎，梁柱节点、预埋件位置精准定位固定，防止混凝土浇筑过程中钢筋移位、松动。（3）混凝土浇筑与温控施工。闸室多为大体积混凝土结构，浇筑采用分层分段、连续浇筑工艺，分层厚度控制在300至500mm。浇筑过程中采用插入式振捣器分层振捣，做到快插慢拔，杜绝蜂窝、麻面、空洞等质量缺陷。针对大体积混凝土温差裂缝问题，优

化混凝土配合比，选用低热水泥，浇筑完成后及时覆盖保温保湿材料，全程监测内外温差，将温差控制在规范允许范围内[2]。

2.3 闸门与启闭机安装技术

闸门与启闭机是水闸水流调控的核心设备，安装精度直接影响水闸运行工况，施工需严格遵循设备安装规范，把控吊装、定位、调试全流程工艺。（1）闸门安装施工。闸门进场后先检查门体尺寸、平整度、焊缝质量及止水部件完整性，对变形部位提前校正处理。采用大型吊车进行整体吊装，吊装过程保持门体垂直平稳，避免磕碰闸墩、预埋件。门体就位后精准调整垂直度、水平度与间隙，保证闸门与闸槽贴合紧密，上下滑动无卡顿，止水橡胶贴合严密，间隙偏差控制在规范允许范围。（2）启闭机安装施工。依据设计图纸定位启闭机安装基座，校核基座标高与水平度，基座混凝土强度达标后进行启闭机吊装固定。精准对齐传动机构与闸门吊点中心，调整螺杆、钢丝绳垂直度与松紧度，保证传动系统受力均匀。（3）联动调试施工。设备安装完成后先进行空载试运行，检查启闭机运行异响、卡顿、制动失灵等问题，调试行程限位、过载保护装置。空载调试合格后进行带水启闭试验，全程记录闸门启闭速度、升降精度、密封性能，反复校准参数，确保设备联动运行稳定可靠。

2.4 防渗与排水施工技术

防渗、排水施工是规避水闸渗透变形、管涌、漏水病害的关键工序，施工重点围绕帷幕防渗、结构止水、排水系统布设开展。（1）防渗帷幕施工。在闸基上游布设防渗帷幕钻孔，钻孔完成后清孔处理，采用高压注浆工艺灌注水泥浆液，形成连续完整的防渗帷幕体。施工严控钻孔深度、间距及注浆压力，保证帷幕厚度、渗透系数达标，阻断基底渗水通道。（2）结构止水施工。闸室底板、伸缩缝、施工缝位置设置橡胶止水带、钢止水带。止水带安装保持居中顺直，无扭曲、破损，接头采用热熔焊接或搭接粘接，保证接缝严密。混凝土浇筑过程中避免振捣设备触碰止水带，防止移位、变形，保障结构接缝止水效果。（3）排水系统施工。在闸基、闸后区域合理布设排水孔与排水廊道，排水孔孔径、间距严格按照设计施工，孔内清理干净无杂物堵塞。底层铺设级配反滤层，遵循细料在下、粗料在上的铺设原则，防止土体颗粒被水流带走，确保排水系统通畅，快速排出渗水、降低基底渗透压力[3]。

3 水闸施工全过程管理机制构建

3.1 施工前期筹备管理

水闸施工前期筹备需落实标准化前置管理工作，统筹技术、人员、设备及方案筹备，规避施工前期隐患。（1）图纸会审与技术交底。施工前组织建设单位、设计单位、监理单位及施工班组开展联合图纸会审，重点核查水闸基础结构、防渗体系、设备预埋点位等关键图纸，排查图纸冲突、尺寸偏差、工艺不符等问题，形成会审记录并落实整改。会审完成后开展分级技术交底，从技术负责人到一线施工人员逐层交底，明确施工工艺标准、工序要求及重难点。（2）专项施工方案编制。结合施工现场地质条件、水文环境及工程设计要求，针对性编制地基处理、混凝土浇筑、设备安装、防渗施工等专项方案。所有方案需明确施工工艺流程、技术参数、质量标准及安全管控细则，对高风险工序开展专项论证，方案审核通过后方可进场施工。（3）资源配置管理。严格筛选施工队伍，核查作业人员资质，特种作业人员必须持证上岗，提前开展岗前实操培训。根据施工进度计划统筹调配机械设备、建材物资，对塔吊、振捣设备、启闭机安装设备等提前检修调试，建材进场前规划堆放区域。

3.2 施工过程质量管控体系

构建全过程、闭环式质量管控体系，覆盖原材料验收、工序施工、分项验收全流程，落实标准化管控措施，严控施工质量偏差。（1）原材料进场质量检验。建立原材料进场报验制度，水泥、钢筋、止水材料、砂石骨料等主材进场时，必须核验出厂合格证、检测报告，并按规范抽样送检，不合格材料严禁进场使用。（2）工序常态化质量检查。落实班组自检、项目部复检、监理验收的“三检制”，每道工序施工完成后必须验收合格，方可进入下一工序。针对混凝土浇筑、地基施工、止水安装等关键工序，安排专人全程跟踪管控，实时核查施工参数与工艺落实情况。（3）隐蔽工程专项管控。对地基处理、钢筋预埋、防渗帷幕、施工缝处理等隐蔽工程，实行旁站监理制度。施工完成后及时拍照留存、现场核验，严格按照验收标准核查施工质量。

3.3 施工进度动态管理方法

结合水闸施工工序衔接紧密、受水文季节影响大的特点，建立动态化进度管理模式，实现进度可控、可调、可落地。（1）分级进度计划编制。依据工程总工期要求，拆分总体进度计划、月度计划、周度施工计划，明确地基施工、闸室浇筑、设备安装、收尾施工等各阶段节点工期，细化各班组施工任务，明确工序衔接时间，避免工序脱节。（2）关键路径动态管控。采用关键路径法梳理核心施工工序，将地基处理、大体积混凝土浇筑、闸门安装等关键工序作为管控重点，优先保障关

键工序施工资源。每日核对施工进度完成情况，对比计划工期分析进度偏差。（3）进度偏差调整优化。针对雨季、汛期、设备故障等因素导致的进度滞后，及时分析偏差原因，通过增加作业人员、调整施工班次、优化施工流程、增补机械设备等方式追赶工期，动态更新进度计划，确保总工期不变[4]。

3.4 施工成本精细化管控策略

围绕水闸施工全流程构建精细化成本管控体系，从预算、过程、核算多维度管控，杜绝资源浪费，严控工程施工成本。（1）精准编制成本预算。结合施工图纸、工程量清单、市场材料价格及施工方案，精准测算人工、材料、机械、管理等各项费用，编制详细的施工成本预算，明确各分项工程成本控制指标，作为成本管控的核心依据。（2）施工过程成本管控。材料管控方面，严格执行限额领料制度，优化材料下料工艺，减少钢筋、混凝土耗材损耗；机械管控方面，合理调配设备台班，避免设备闲置、空转浪费；人工管控方面，优化人员排班，提升作业效率，规避人力浪费。（3）阶段性成本核算分析。定期开展分项工程成本核算，对比实际成本与预算成本的差值，分析超支、节约原因。针对成本超支环节，及时优化施工方案、调整管控措施，建立成本管控台账，实现施工成本动态管控，提升工程经济效益。

4 水闸施工安全管理核心要点

水闸施工涉及临水作业、高空作业、设备吊装及基坑施工等多高危工序，需落实全过程安全管控，明确现场安全管理核心要点。（1）落实施工现场安全隐患排查，重点针对深基坑边坡稳定性、临水临边防护、施工用电线路、机械设备运行状态开展常态化排查，建立隐患台账，明确整改责任人与整改时限，闭环处置各类安全隐患。（2）强化高危作业专项管控，基坑开挖、闸门吊装、高空模板安装等作业必须提前办理专项作业许可，布设安全警示标识，搭设标准化防护设施，安排专职安全员现场旁站监督，严禁违规操作、违章作业。（3）规范施工设备安全管理，对启闭机、吊车、振捣设备、用电设备等定期开展检修、保养与性能检测，杜绝设备带病运行，严格执行设备操作规程，特种设备由持证人员专属操作。（4）落实人员安全管理，所有进场人员必须完成岗前安全培训与技术交底，配齐安全帽、安全绳、防滑鞋等防护用品，定期开展安全演练，提升作业人员应急处置能力。（5）建立现场应急管理机制，针对汛期淹水、边坡坍塌、设备故障等突发情况制定专项应急预案，配齐应急物资，保障突发险情可快速处置[5]。

结束语：本文完整梳理了水利电力工程水闸施工的核心技术与管理体系，明确了地基处理、主体施工、设备安装、防渗排水的关键工艺标准，构建了覆盖施工全周期的质量、进度、成本及安全管理模式。水闸施工兼具技术性与系统性，只有严格落实标准化施工工艺、实行全过程动态管控，才能有效规避工程隐患。后续施工建设中，可结合智能化施工手段与信息化管理模式持续优化施工体系，进一步提升水闸工程施工质量与长期运行安全性。

参考文献

[1]魏玉超.水利工程中水闸施工技术及管理研究[J].珠江水运,2026,(8):151-153.

[2]揭帮,万钊,仇冬冬,等.水利建设中泵站水闸的施工质量管理与技术运用[J].当代农机,2026,(6):59-60.

[3]顾喜芳.水利工程中水闸加固施工技术的应用探究[J].科技资讯,2026,24(11):145-147.

[4]田国文.水利工程水闸泵站施工技术及质量管理探究[J].智能建筑与工程机械,2026,8(2):75-77.

[5]张晓英.水利工程施工中水闸施工管理方法的应用探析[J].中国科技纵横,2026,(1):108-110.