水利水电工程中的水闸施工技术探讨

裴立峰

山西省水利建筑工程局集团有限公司　山西　太原　030006

摘　要：水闸施工涵盖基础开挖、地基处理、防渗排水、混凝土浇筑与闸室成型，以及闸门、启闭设备、护岸护坡和消能防冲等附属设施。质量管控聚焦沉降、渗漏、裂缝与安装偏差，通过过程参数控制、隐蔽验收和校正处理予以应对。技术优化涉及精细化、绿色节能、智能化及工序一体化，施工中强调分层分段、对称下料、温控养护和测量复核，确保结构尺寸、止水效果与设备运行满足要求。

关键词：水闸施工；基础处理；防渗排水；混凝土浇筑；设备安装

引言：水闸承担挡水、泄水与调度任务，施工质量直接关系到结构安全与长期运行。主体工程从基础开挖、地基处理到防渗排水、混凝土浇筑和闸室成型，附属工程涵盖闸门、启闭设备、护岸护坡与消能防冲。工序衔接紧密，参数控制与验收管理贯穿始终。沉降、渗漏、裂缝和安装偏差等常见问题，需要从材料、工艺、监测和校正等层面采取技术措施，并在精细化、绿色节能、智能化和一体化方向持续改进，以保障工程整体质量。

1 水闸主体核心施工技术

1.1 基础开挖与地基处理施工技术

基础开挖前先复核测量控制点，放出开挖边线，标明深度和坡度。土方开挖按分层分段推进，每层厚度不宜过大，边坡要保持稳定。地下水位偏高时，先布置降水井或排水沟，把水位降下去再挖，避免基底被水泡软。机械挖到接近设计标高时留出保护层，再由人工清理，减少超挖和欠挖。弃土运至指定区域，不能压在坡顶。开挖结束后组织验槽，核对平面尺寸、标高和土层情况。地基承载力不够时，可采用换填、夯实、桩基或加固处理。换填材料分层摊铺，逐层压实，检测密实度。桩基要控制垂直度和桩顶标高。处理完的地基应平整密实均匀，雨天及时排水，防止积水浸泡基底。

1.2 防渗排水施工技术

防渗排水施工要同时控制渗流和扬压力。防渗体材料必须连续密实，接缝部位处理细致。铺盖、板桩和帷幕按顺序施工，控制搭接长度与嵌入深度。防渗层和混凝土结构连接处要清理干净，保证结合紧密，不能留下薄弱面。排水设施按设计布置，反滤层粒径和层厚符合要求，防止细颗粒被带走。排水沟和减压设施保持畅通，坡向准确，不能倒坡积水。施工过程中要保护已完成的防渗体，避免机械碰撞和人为破坏[1]。回填时两侧对称进行，控制压实度，防止单侧挤压造成位移。隐蔽部位先验收再覆盖。运行前检查排水效果，发现渗漏及时处理。

1.3 水闸混凝土施工技术

混凝土施工从原材料开始控制。水泥、骨料、水和外加剂要检验合格，配合比按强度、抗渗和耐久性确定。拌合要均匀，运输中防止离析，入仓温度要控制。浇筑前检查模板、钢筋和预埋件，清理仓面杂物。浇筑分层进行，每层厚度适中，振捣密实，避免漏振和过振。施工缝要清除浮浆和松动骨料，保持湿润。大体积混凝土需埋设测温装置，控制内外温差，防止温度裂缝。养护及时覆盖保湿，养护时间满足要求。拆模不能过早，避免棱角损坏。成品保护要跟上，防止碰撞和污染。现场还要关注天气变化，雨天调整浇筑安排。各环节记录完整，数据真实，便于后续检查。

1.4 闸室结构浇筑与成型施工技术

闸室结构浇筑按底板、闸墩、胸墙和上部结构顺序组织。模板安装牢固，尺寸准确，接缝严密，防止漏浆。钢筋绑扎符合设计，保护层厚度控制到位，预埋件和止水件位置固定。浇筑从低处开始，分层上升，对称下料，防止模板偏移。振捣要覆盖止水周围和钢筋密集区，不能漏振。施工缝和变形缝按设计处理，保证止水连续。养护覆盖保湿，控制降温速度。拆模后检查表面质量，修补缺陷。闸室成型要控制垂直度、平整度和轴线偏差。各部位连接顺畅，过水断面不能有杂物。最后进行整体验收，确保结构尺寸和外观满足使用要求。尺寸偏了后期很难调整，所以测量复核要贯穿全过程。

2 水闸附属设施施工技术

2.1 闸门安装施工技术

闸门安装前先检查门槽尺寸、垂直度和平整度，埋件安装要控制高程与中心线。门叶运到现场后核对外观和几何尺寸，吊装选用合适设备，缓慢下放，避免碰撞。拼装时控制焊缝质量，分段拼装后整体调整。止水橡皮安装要压紧均匀，接触面平整，螺栓紧固。滑块或滚轮调整到设计间隙，保证运行顺畅。安装完成后进行无水调试，检查启闭是否灵活，有无卡阻。随后进行有水试验，观察止水效果和振动情况。发现偏差及时调整。记录安装数据，验收合格后交付。现场要协调土建与安装进度，预留孔和预埋件位置准确。安全措施到位，吊装区域禁止无关人员进入。

2.2 启闭设备安装调试技术

启闭设备安装前核对基础尺寸和预埋件位置，清理安装面。设备吊装就位后调整水平度和垂直度，地脚螺栓紧固。传动部分要检查齿轮、轴承、联轴器配合，加注润滑脂。电气接线按图施工，绝缘和接地检测合格。调试分空载和负载 2 步。空载运行检查电机转向、制动器动作、限位开关可靠性。负载试验逐步增加荷载，观察电流、温度、噪声和振动。启闭机与闸门连接要同轴，避免偏斜[2]。制动器间隙调整适当，保证制动可靠。限位装置动作准确，防止超行程。调试中记录运行参数，发现异常停机检查。操作人员培训到位，掌握应急停机流程。设备运行平稳，闸门启闭灵活，才能满足调度要求。

2.3 护岸与护坡施工技术

护岸与护坡施工先清理坡面，清除杂物和松土，修整坡比。基础开挖到设计标高，验槽后铺设垫层。垫层材料分层摊铺压实，厚度均匀。砌石或混凝土块安装自下而上进行，错缝排列，咬合紧密，缝隙用砂浆填充密实。现浇混凝土护坡要支模牢固，浇筑振捣密实，表面平整。排水孔按设计布置，反滤层做好，防止堵塞。伸缩缝位置准确，填缝材料饱满。坡顶和坡脚要连接可靠，防止冲刷。施工中控制坡面平整度和厚度，检测压实度。雨天覆盖排水，避免雨水冲刷未完成面。完成后检查外观和排水效果。护岸与护坡稳定，才能保护水闸左右侧土体，减少水流淘刷。

2.4 消能防冲设施施工技术

消能防冲设施包括消力池、海漫和防冲槽等，施工按设计尺寸放线。开挖到设计标高后验槽，地基处理合格再施工。底板混凝土分层浇筑，振捣密实，控制平整度和坡度。消力墩和尾坎位置准确，模板牢固，浇筑时对称下料。海漫砌筑或铺设要平整，缝隙填充密实，坡向顺畅。防冲槽抛石或块体安放要均匀，避免架空。排水孔和反滤层按设计设置，保持畅通。施工缝和伸缩缝处理到位，止水连续[3]。养护及时，强度达到要求后再过水。过水前清理杂物，检查消能部位尺寸。运行初期观察水流形态和冲刷情况，发现损坏及时修复。消能防冲设施质量可靠，才能降低下泄水流能量，保护河床和岸坡。

3 水闸施工质量通病与技术管控措施

3.1 地基沉降质量问题及技术管控

地基沉降主要表现为结构不均匀下沉、接缝错动和标高变化。原因多在基底处理不到位、土层压缩性差异、降水控制不稳或回填压实不足。施工前要做地质核对，确认持力层深度和分布，必要时进行加固。开挖后及时验槽，防止基底暴露过久或受水浸泡。换填和桩基施工要分层控制，检测密实度和承载力。水闸各部位荷载不同，施工顺序要合理安排，减少相邻结构高差。回填应对称分层，控制含水率和压实遍数。设置沉降观测点，按周期测量，记录数据并分析趋势。发现异常沉降，暂停上部施工，查清原因后采取加固或调整措施。基础稳定是上部结构安全的前提，沉降控制必须贯穿施工全过程。

3.2 结构渗漏问题及技术防控

结构渗漏多出现在施工缝、变形缝、止水带和混凝土密实度不足部位。防控要从材料、构造和施工 3 方面入手。止水带安装要定位准确，固定牢固，接头采用热接或专用连接，不能搭接不实。施工缝要凿毛清理，清除浮浆和松散骨料，保持湿润后再浇筑。混凝土要控制配合比，振捣密实，避免漏振和过振[4]。变形缝填缝材料要饱满，嵌填密实，表面封闭到位。穿墙管和预埋件周边要加强振捣，必要时设置止水环。养护期间保持湿润，防止早期开裂形成渗水通道。回填前进行蓄水或淋水检查，发现湿渍和渗点及时处理。运行期定期检查排水设施，观察渗水量变化。渗漏治理要找准通道，采用封堵、灌浆或增强防渗层等措施，处理后复检。

3.3 混凝土裂缝问题及技术处理

混凝土裂缝按成因可分为温度裂缝、收缩裂缝和结构裂缝。施工中要控制入仓温度，夏季降温，冬季保温，减少内外温差。配合比设计要合理，控制水泥用量，掺入合适外加剂，降低水化热。浇筑分层进行，振捣密实，避免过振导致离析。养护要及时，覆盖保湿，控制降温速度，养护时间满足要求。大体积混凝土埋设测温装置，根据温度变化调整保温措施。拆模不宜

过早，避免表面失水过快。发现裂缝后先判断深度和宽度，表面裂缝可清理后修补，深层裂缝采用灌浆处理。处理材料要与基体相容，施工后检查粘结和密封效果。结构裂缝还要复核受力，必要时加固。裂缝控制重在预防，过程管理不能放松，现场要多看多测。

3.4 设备安装偏差问题及校正技术

设备安装偏差主要表现为中心线偏移、标高不符、水平度超差和连接不同轴。安装前要复核基础尺寸和预埋件位置，清理安装面，检查设备外观和零部件。吊装就位后用垫铁调整标高和水平度，地脚螺栓紧固要均匀。中心线用测量仪器校正，偏差超过允许值时重新调整。闸门与启闭机连接要同轴，联轴器间隙符合要求。传动部件要检查齿轮啮合和轴承间隙，加注润滑脂。电气限位和制动器动作要准确，防止超行程。调试分空载和负载，观察电流、温度、噪声和振动。发现偏差停机检查，采用垫片调整、重新定位或加工修配等方式校正。校正后复测并记录数据。

4 水闸施工技术优化与改进方向

4.1 精细化施工技术的应用优化

现场要把测量、放样、立模、浇筑和养护各环节做细。测量控制网定期复测，轴线和高程传递要闭合。模板拼缝、支撑间距和脱模剂涂刷按工艺卡执行。混凝土配合比根据砂石含水率动态调整，坍落度每班检测。振捣点位预先标记，避免漏振和过振。养护记录温湿度，及时调整覆盖和洒水。隐蔽工程验收合格再覆盖，数据同步归档。施工参数形成可追溯记录，便于分析偏差。现场交接班要讲清进度、质量和风险，不能只说进度。通过细化责任和标准，减少返工和修补，提高一次合格率。

4.2 绿色节能施工技术的融合应用

绿色节能要落到材料、用水、用电和排放控制。优先选用低水化热水泥和合格掺合料，减少水泥用量。骨料运输和堆放减少扬尘，洒水降尘适量。施工用水循环利用，养护用水收集回用，降低新鲜水消耗。机械设备选能耗低的型号，定期保养，避免空转。临时照明采用节能灯具，按需开关。混凝土余料和废弃材料分类堆放，能回收的回收。噪声大的工序安排在合适时段，减少对周边影响[5]。现场道路硬化，减少泥土带入。用电分项计量，分析能耗异常。绿色措施与质量安全不冲突，执行中要结合现场条件调整，不能只做表面。

4.3 智能化施工技术的升级适配

智能化要围绕测量、监测、控制和数据管理展开。测量采用自动采集设备，实时获取坐标和高程，减少人工误差。混凝土测温、沉降观测和渗流监测可接入统一平台，超限自动提示。拌合站数据与现场浇筑联动，按配合比和方量调度运输。闸门和启闭设备调试记录电子化，参数可追溯。视频监控覆盖关键区域，辅助安全管理。数据格式统一，接口兼容，避免形成孤立系统。现场人员要会看数据、会判断异常，不能只依赖设备。系统定期校验和维护，保证稳定运行。智能化升级要结合实际需求，分步实施，先解决重复测量和滞后反馈问题。

结束语：水闸施工技术管理的重点落在基础稳定、结构密实、止水可靠和设备运行平稳。施工阶段应严格执行测量复核、分层压实、温控养护、隐蔽验收和偏差校正，及时处理沉降、渗漏与裂缝隐患。精细化、绿色节能、智能化和工序一体化措施有助于减少返工、降低损耗、提高一次合格率。坚持过程控制与数据记录，强化班组协同和节点验收，方能使主体与附属设施形成完整可靠的整体，满足挡水、泄水和长期运行要求。

参考文献

[1] 樊新强. 水利水电工程中的水闸施工技术探讨 [J]. 电子乐园,2021,(9):128-128.

[2] 贺响斌, 黄杰, 林志宏. 水利水电工程中的水闸施工技术研究 [J/OL]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026,(6):079-082.

[3] 李德银. 水利水电工程中的水闸施工技术探究 [J]. 科技资讯,2026,24(13):160-162.

[4] 徐国栋. 水利水电工程中的水闸施工技术 [J]. 天津冶金,2026,(1):139-141.

[5] 朱修理. 浅析水闸施工技术在农村水利水电工程中的应用——以渠系水闸建设为例 [J]. 江西农业,2026,(10):126-128.