

# 探究水库泵站枢纽工程施工技术

王 超

陕西秦海检测科技有限公司 陕西 咸阳 712000

**摘 要：**水库泵站枢纽工程作为水利工程的重要组成部分，其施工技术的优劣直接关系到工程的质量与效益，本文围绕水库泵站枢纽工程施工技术展开探究。先阐述施工前期技术准备，包括勘察、方案编制、机械材料选择及测量控制体系建立。接着介绍水库枢纽与泵站枢纽核心部位施工技术，涵盖坝体、溢洪道等多部位。最后说明施工过程中质量与安全技术保障措施，为水库泵站枢纽工程施工提供全面技术参考。

**关键词：**水库泵站枢纽工程；施工技术；前期准备；核心部位施工；质量安全保障

引言：水库泵站枢纽工程在水利领域作用关键，关乎水资源调配、防洪减灾及农业灌溉等。其施工涉及多专业、多环节，技术复杂且要求高。施工前期需做好勘察、方案编制等准备，核心部位施工涵盖坝体、溢洪道等，各环节质量与安全影响工程整体效益。深入探究施工技术，对保障工程顺利实施意义重大。

## 1 水库泵站枢纽工程施工前期技术准备

### 1.1 施工区域勘察与技术参数梳理

水库泵站枢纽工程施工前，对施工区域进行全面勘察是技术准备的基础环节。勘察工作需涵盖地质、水文、气象等多方面内容<sup>[1]</sup>。地质勘察要查明地层结构、岩土性质、地质构造及不良地质现象分布情况，通过钻探取样、原位测试等手段获取准确数据，为后续基础处理设计提供依据。水文勘察重点分析地表水与地下水特征，包括水位变化、流量、水质等参数，以此确定施工导流方案与防洪标准。气象勘察则需收集施工区域多年气候资料，掌握降雨、气温、风速等规律，以便合理安排施工工期与防雨防寒措施。完成勘察后，需系统梳理各项技术参数，将其整合为可供设计、施工参考的技术文件，确保参数准确性与完整性，为后续技术方案制定奠定坚实基础。

### 1.2 施工技术方案的编制原则与核心内容

施工技术方案编制需遵循科学性、可行性、经济性与安全性原则。科学性要求方案依据充分，符合工程实际与技术规范；可行性强调方案在现有技术条件与资源下能够顺利实施；经济性注重成本控制，通过优化工艺、合理配置资源实现效益最大化；安全性则将人员与工程安全置于首位，制定风险防控措施。方案核心内容包括施工总体部署、关键工序施工方法、进度计划、质量保障措施、安全管理体系及应急预案等。总体部署需明确施工阶段划分、施工区域划分及施工流向；关键工序施工方法要针对基础处理、坝体填筑、混凝土浇筑等重点

环节提出具体工艺；进度计划需结合工期要求与资源条件，合理安排各阶段施工时间；质量保障措施涵盖材料检测、工序检验、成品保护等内容；安全管理体系包括安全责任制度、安全教育培训及安全检查机制；应急预案则针对可能发生的突发事件制定应对流程与资源调配方案。

### 1.3 施工机械与材料的技术适配性选择

施工机械与材料选择需充分考虑技术适配性。机械选型需匹配工程规模、施工条件与工艺要求，例如土石方开挖宜选用大功率挖掘机与自卸汽车，混凝土浇筑需配备搅拌站、输送泵与振捣设备。机械性能参数需满足施工强度与质量要求，同时应考虑设备可靠性、维修便利性及能耗指标。材料选择需依据设计要求与规范标准，重点把控质量与供应稳定性。水泥、钢筋等主要材料需检测强度、安定性等指标，确保符合设计等级；砂石骨料需控制粒径、含泥量等参数，保证混凝土工作性与耐久性；土工合成材料、止水带等特种材料需验证性能指标，满足防渗、加固等特殊需求。材料供应需建立稳定渠道，避免因供应中断影响施工进度。

### 1.4 施工测量控制体系建立与精度保障

施工测量控制体系是工程定位与几何尺寸控制的依据。需建立覆盖整个施工区域的高精度控制网，包括平面控制网与高程控制网。平面控制网可采用三角测量、导线测量或GPS测量方法布设，高程控制网则通过水准测量或三角高程测量实现。控制点需埋设稳固标志，定期复测以消除位移影响。施工测量需采用先进仪器设备，如全站仪、数字水准仪与GPS接收机，提高测量效率与精度。测量作业需严格执行规范要求，遵循“从整体到局部、先控制后碎部”原则，减少误差累积。关键工序施工前需进行测量复核，例如基础开挖前校核放样数据，混凝土浇筑前检查模板位置与尺寸，确保工程几何尺寸符合设

计要求。通过完善控制体系与严格精度保障措施,为工程质量提供可靠测量支撑。

## 2 水库枢纽核心部位施工技术

### 2.1 坝体施工技术

坝基开挖与处理是坝体施工首要环节。开挖前依地质资料确定范围深度,以机械开挖为主、人工为辅,确保基面平整度达标。软弱地基需换填,选级配良好砂石料分层压实,每层厚不超30厘米,压实度符合标准;岩溶发育区则用灌浆加固或跨盖板法,灌浆材料选水泥砂浆或化学浆液,压力注入填溶洞缝隙,增强地基承载力<sup>[2]</sup>。坝体填料选择兼顾性能与需求。土石坝宜用当地土石料,黏性土作心墙防渗,砂砾石用于坝壳排水;混凝土坝要严控骨料粒径与含泥量,保混凝土工作性与耐久性。碾压用振动碾或凸块碾,按“先静后振、先轻后重”分层碾压,每层厚度依填料定,黏性土不超30厘米,砂砾石可至50厘米,碾压遍数由试验段定,以压实度等为指标。坝体防渗结构施工关乎工程安全。防渗墙施工可用液压抓斗或冲击钻成槽,槽段连接用接头管法或钻凿法保连续性;帷幕灌浆先钻孔冲洗,再按设计压力灌水泥浆液,灌浆段长不超5米,终孔依透水性等判定。坝顶及坝坡防护依运行条件选形式,混凝土坝顶用预制块铺砌或现浇,坝坡铺土工膜或砌干砌石,设排水沟与反滤层防冲刷渗透。

### 2.2 溢洪道施工技术

溢洪道开挖成型需严格控制边坡稳定性与底板平整度。采用分层分段开挖方式,边坡预留保护层,通过光面爆破或预裂爆破减少开挖扰动;底板开挖后需进行基础处理,清除松散岩体并浇筑混凝土垫层,为后续结构施工提供稳定基础。泄水结构浇筑与衬砌需关注混凝土抗冲耐磨性能,选用低热硅酸盐水泥与优质骨料,掺加抗磨剂与减水剂改善混凝土性能。浇筑时采用分层分段跳仓法,每层厚度不超过50厘米,通过插入式振捣器振捣密实,表面收浆后及时养护,防止开裂。溢洪道闸门安装基础施工需提前预埋地脚螺栓与轨道,预埋件位置偏差控制在毫米级,安装前进行基础混凝土强度检测,确保满足设计要求。

### 2.3 输水建筑物施工技术

输水隧洞或渠道开挖需根据地质条件选择支护方式。软弱围岩段采用超前小导管注浆加固,配合钢拱架与喷射混凝土联合支护;硬岩段则以光面爆破为主,减少超挖欠挖。开挖后及时进行初期支护,确保施工安全。输水结构防渗与抗冲施工需从材料与工艺两方面控制。防渗层可选用土工膜或环氧砂浆,施工时确保基层平整,搭接宽度符合规范;抗冲层采用高强混凝土或预制块,通过

增加表面粗糙度或设置加筋材料提高抗冲刷能力,延长结构使用寿命。

## 3 泵站枢纽核心部位施工技术

### 3.1 泵站基坑施工技术

基坑开挖需依据地质条件与周边环境制定专项方案。对于土质基坑,采用分层分段开挖方式,每层开挖深度控制在2米以内,边坡坡度根据土体性质确定,软土段放缓至1:2以上,硬土段可适当陡化;岩质基坑则以机械破碎为主,局部坚硬岩体采用控制爆破,减少对周边岩体的扰动<sup>[3]</sup>。边坡稳定控制需结合支护措施,浅层支护选用土钉墙或喷锚支护,深层支护采用排桩或地下连续墙,支护结构嵌入深度需满足抗倾覆与抗滑移要求。基坑排水与降水施工需构建完善排水体系,明沟排水适用于基坑开挖面较小的情况,沿基坑四周设置排水沟与集水井,通过水泵抽排至基坑外;降水施工则针对地下水位较高的区域,采用管井降水或轻型井点降水,管井间距根据渗透系数确定,降水深度需降至基坑底面以下0.5米,确保施工期间基坑干燥。

### 3.2 泵站主体结构施工技术

泵房基础施工需根据地质条件选择基础形式,软土地基采用桩基础或筏板基础,桩基础选用钻孔灌注桩或预制桩,桩长与桩径通过承载力计算确定;硬土地基则可直接采用独立基础或条形基础。基础施工前需进行地基处理,清除杂物并夯实基底,浇筑混凝土前铺设垫层,确保基础与地基接触紧密。泵房主体混凝土浇筑需控制浇筑顺序与振捣质量,大体积混凝土采用分层浇筑法,每层厚度不超过50厘米,通过插入式振捣器振捣密实,表面收浆后及时覆盖养护,防止开裂;养护时间不少于14天,采用洒水养护或喷涂养护剂保持混凝土表面湿润。泵房上部结构施工包括墙体砌筑与屋面施工,墙体砌筑选用与混凝土强度匹配的砌块,砌筑时控制灰缝厚度与垂直度;屋面施工需做好防水处理,铺设防水卷材或涂刷防水涂料,设置排水坡度与排水口,确保屋面排水顺畅。

### 3.3 泵站机电设备安装施工技术

水泵安装需严格校准轴线与标高,安装前检查设备基础尺寸与预埋件位置,偏差控制在允许范围内;水泵就位后采用千斤顶或倒链调整水平度与垂直度,通过联轴器连接电机与水泵,联轴器间隙与同心度需符合设备技术要求。电机及辅助设备安装需关注电气性能与机械性能,电机接线前进行绝缘电阻测试,绝缘值不低于规范标准;辅助设备如阀门、管道安装需保证连接紧密,阀门启闭灵活,管道坡度符合设计要求。机电设备连接与调试需分阶段进行,先进行单机调试,检查设备运行

状态与参数,再进行联动调试,模拟实际工况验证系统协调性;调试过程中记录各项数据,对异常情况及时分析处理,确保设备运行稳定可靠。

### 3.4 进出水建筑物施工技术

进水池、进水管施工需保证水流顺畅与结构稳定。进水池开挖后进行基础处理,浇筑混凝土底板与侧墙,侧墙设置伸缩缝与止水带,防止渗漏;进水管安装需控制坡度与接口密封性,采用橡胶圈密封或焊接连接,安装后进行压力试验,确保无渗漏。出水管、出水池施工与进水结构类似,但需考虑水流冲击力影响,出水池侧墙增厚或增设抗冲刷层,出水管出口设置消能设施,减少对下游河道冲刷。拦污栅安装基础施工需保证栅体稳固,基础混凝土强度不低于设计等级,预埋件位置准确;拦污栅安装后进行启闭试验,检查栅体升降灵活性与密封性,确保运行期间能够有效拦截杂物,保障泵站正常运行。

## 4 施工过程质量与安全技术保障

### 4.1 施工质量控制关键技术要点

施工质量控制贯穿于工程全周期,需从材料、工艺、检测三方面协同发力。材料进场前需严格检验,核对质量证明文件与实物标识,对关键材料如水泥、钢筋、防水卷材进行抽样复验,复验项目涵盖强度、延伸率、耐久性等核心指标,不合格材料严禁用于工程<sup>[4]</sup>。工艺控制需依据规范编制专项施工方案,明确各工序操作要点与质量标准,例如混凝土浇筑需控制分层厚度与振捣时间,避免出现蜂窝麻面;钢筋绑扎需确保间距均匀、搭接长度符合设计要求,防止结构承载力不足。质量检测采用“三检制”,即班组自检、工序交接检、专职质检员专检,每道工序完成后先由作业班组自行检查,合格后提交工序交接申请,接收方复核无误后报专职质检员验收,验收通过方可进入下一道工序,通过层层把关确保施工质量。

### 4.2 施工安全防护核心技术措施

施工安全防护需构建“人防、物防、技防”三位一体体系。人员防护方面,所有作业人员进入施工现场必须佩戴安全帽,高处作业人员系挂安全带,特种作业人员持证上岗,定期开展安全教育培训,提升安全意识与应急处置能力。物防措施包括设置安全防护设施,基坑

周边设置防护栏杆与警示标志,临边洞口采用定型化防护盖板或防护栏杆封闭,施工机械安装防护罩与限位装置,防止机械伤害。技防手段则依托智能化监控系统,在危险区域安装视频监控与传感器,实时监测人员位置、设备状态与环境参数,超限自动报警并联动应急处置,例如塔吊安装防碰撞系统,当两台塔吊作业半径重叠时自动减速或停止,避免碰撞事故。

### 4.3 特殊工况施工技术调整

特殊工况下施工技术需动态调整以适应环境变化。汛期施工需加强排水与防洪措施,基坑内增设排水泵与集水井,及时抽排积水,防止基坑浸泡;边坡支护增设监测点,加密监测频率,发现变形超限立即采取加固措施,确保边坡稳定。冬季施工需关注混凝土保温与防冻,混凝土浇筑后覆盖保温材料,如岩棉被或电热毯,养护时间延长至常温的1.5倍,防止混凝土受冻开裂;钢筋焊接采用预热措施,避免焊缝脆断。雨季施工需做好防雨与防雷措施,露天作业面搭设防雨棚,电气设备安装漏电保护器与接地装置,雷雨天气停止露天高处作业,防止触电与雷击事故,通过针对性技术调整保障特殊工况下施工安全与质量。

## 结束语

水库泵站枢纽工程施工技术涵盖前期准备、核心部位施工及质量安全保障等多方面。从施工区域勘察到各部位精细施工,再到质量与安全把控,每个环节紧密相连。只有严格遵循技术规范,科学运用各类技术手段,才能确保工程高质量完成,实现水库泵站枢纽工程在水资源利用与防洪等方面的功能,为社会经济发展提供有力支撑。

## 参考文献

- [1]马爱平.黏土斜心墙大坝填筑的施工管理技术[J].珠江水运,2023,(05):62-64.
- [2]刘玉杰.新疆某水库枢纽工程大坝填筑施工技术分析[J].云南水力发电,2021,37(07):177-180.
- [3]蔺旭勃.先土后砂法的大坝碾压填筑施工技术探讨[J].陕西水利,2024,(01):158-160.
- [4]张龙.水利工程施工中的大坝填筑施工技术要点探析[J].工程技术研究,2023,8(18):108-110.