

水利泵站施工技术措施探讨

刘雨婷 许方

泗洪县水利工程有限公司 江苏 宿迁 223900

摘要：水利泵站是水利工程的关键设施，关乎水资源调控与防灾减灾效能，其施工质量直接影响工程整体效益。本文围绕水利泵站施工技术展开研究，先解析工程核心构成，再从技术、资源、现场三方面阐述施工前期准备；重点探讨五大关键环节技术措施，包括地基处理的勘察设计与施工参数控制、主体结构的模板钢筋混凝土施工及裂缝防控、设备安装的前期准备与精准调试、防渗止水的多场景技术应用，以及施工安全的管理与防护体系。研究为泵站施工提供系统技术指引，助力提升工程质量与安全水平，保障泵站稳定运行。

关键词：水利泵站；施工前期准备；施工技术措施

引言：当前水利泵站施工面临地质复杂、技术要求高、多环节协同难等问题，亟需系统技术方案支撑。基于此，本文以泵站施工全流程为脉络，先明确工程核心构成奠定分析基础，再通过前期准备构建施工保障框架，进而深入研究关键环节技术措施，旨在形成全面的技术体系，推动泵站施工标准化，解决实际施工难题，为水利工程建设提供技术参考。

1 水利泵站工程核心构成

1.1 主体构筑物

主体构筑物是泵站的物理承载基础，包含以下三大核心部分。（1）泵房，作为核心作业区，内部布置水泵、电机等关键设备，其结构多采用钢筋混凝土框架，需兼顾承载能力与抗渗性能，同时预留设备安装、检修的操作空间；（2）进水建筑物，由进水池、前池、引水渠组成，负责将水源平稳引入泵房，前池需通过优化流道设计减少水流漩涡，避免对水泵造成气蚀；（3）出水建筑物，涵盖出水池、压力管道、拍门或闸门，其中压管道需根据输水压力选择钢质或钢筋混凝土材质，拍门则用于防止停机时水流倒灌。

1.2 核心设备系统

设备系统是泵站的“动力心脏”，以水泵机组为核心，包含水泵与驱动电机，水泵根据功能需求可选用离心泵、轴流泵等类型，电机需与水泵匹配功率与转速；其次是启闭设备，如卷扬式或液压式启闭机，用于控制进水口闸门、出水拍门的开关，保障水流调控精度；还包括水力监测设备，如水位传感器、流量计量仪，实时采集输水数据，为运行调控提供依据。

1.3 辅助配套设施

辅助设施保障泵站整体运转，主要有供电系统，包含变电站、配电设备，需具备双电源切换能力以防断

电；控制系统，基于PLC技术实现设备启停、运行参数调节的自动化控制；同时配备检修通道、排水系统及消防设施，满足日常维护与安全保障需求，三者共同构成泵站稳定运行的支撑体系^[1]。

2 水利泵站工程施工前期准备

水利泵站工程施工前期准备要围绕以下技术、资源、现场三大维度系统推进，为后续施工奠定坚实基础。（1）在技术准备上，首要任务是精准勘察与设计交底。需组织专业团队开展地质勘察，重点检测施工区域地基承载力、地下水位、土层分布及周边水文条件，明确是否存在软土地基、岩溶等特殊地质问题，形成详细勘察报告指导施工方案设计；组织建设、设计、施工、监理四方开展设计交底，逐一核对泵站主体结构、设备安装、管线布置等图纸细节，明确技术标准与施工难点，解决图纸疑问，避免后期施工出现设计偏差。（2）资源配置与计划制定。人力资源方面，需组建专业施工团队，配备混凝土、设备安装等领域技术人员，开展岗前培训与安全交底；机械设备需根据施工需求，提前调配挖掘机、起重机、混凝土搅拌站等设备，完成检修与调试，确保性能稳定。依据工程工期要求，制定科学的施工进度计划，明确地基处理、主体结构施工、设备安装等关键工序的时间节点，合理划分施工段，保障各环节有序衔接。（3）现场筹备工作。要完成施工场地平整与围挡搭建，划分材料堆放区、设备停放区与施工作业区；同步建设临时供电、供水系统，确保满足施工需求；按照安全规范设置消防设施与警示标识，清理场内影响施工的障碍物，为正式施工创造安全、有序的作业环境^[2]。

3 水利泵站施工关键环节技术措施

3.1 水利泵站地基处理施工技术措施

(1) 水利泵站地基处理要先开展前期勘察与方案设计, 勘察阶段需检测地基土的物理力学性质、地下水位埋深、土层分布连续性, 明确是否存在软弱夹层、岩溶空洞等地质缺陷, 根据勘察结果选择适配的处理技术。方案设计需计算地基承载力要求, 确定处理范围、深度及技术参数, 确保与泵站主体结构荷载需求匹配。(2) 主流地基处理技术施工要严格把控操作流程与参数。深层搅拌桩施工时, 需先平整场地、清除障碍物, 采用专用搅拌机械按设计桩位就位, 控制桩长、桩距偏差在规范允许范围内; 搅拌过程中按设定速率注入水泥浆, 确保水泥掺量符合设计要求, 采用两喷三搅工艺, 保证桩身水泥土均匀性, 施工完成后需养护至规定龄期。高压喷射注浆施工前需校验注浆设备压力与流量, 根据地质条件选择旋喷、摆喷或定喷方式; 钻孔定位后插入注浆管, 按设计提升速度、旋转速度喷射浆液, 控制注浆压力稳定, 避免出现断桩、漏喷现象。换填垫层施工需分层开挖至设计深度, 清除底部浮土; 垫层材料需筛选粒径均匀的砂石或灰土, 分层铺设, 每层铺设厚度控制在20-30cm, 采用压路机或平板振动器压实, 压实度需达到设计标准, 压实后及时检测垫层平整度与承载力。

3.2 水利泵站主体结构施工技术措施

(1) 泵房混凝土结构施工中, 模板工程要先根据结构尺寸与受力情况选型, 优先选用刚度、强度符合要求的钢模板, 模板拼接处采用密封胶条防止漏浆; 安装时按轴线、标高控制线定位, 采用全站仪校准模板垂直度与平面位置, 偏差控制在3mm以内; 模板支撑体系需计算荷载, 采用钢管脚手架或型钢支撑, 确保稳定性, 拆除时需根据混凝土强度确定时机, 侧模需待混凝土表面及棱角不因拆除受损时拆除, 底模需达到设计强度75%以上方可拆除。(2) 钢筋工程施工前要对钢筋进行外观检查, 清除表面锈蚀与油污; 按设计图纸加工钢筋, 控制切断长度偏差在 $\pm 10\text{mm}$ 内, 弯曲角度偏差在 $\pm 2^\circ$ 内; 安装时按间距控制线摆放钢筋, 采用绑扎或焊接连接, 绑扎搭接长度需符合规范要求, 焊接接头需做力学性能试验; 钢筋保护层采用水泥砂浆垫块控制, 垫块强度不低于混凝土设计强度, 间距不大于1m, 确保保护层厚度偏差在 $\pm 5\text{mm}$ 内。(3) 混凝土工程要先进行配合比设计, 兼顾强度与抗渗性, 选用级配良好的骨料, 掺入适量外加剂改善和易性; 搅拌时按配合比精准计量原材料, 搅拌时间不少于90s; 浇筑时采用分层浇筑法, 每层浇筑厚度不超过50cm, 使用插入式振捣器振捣, 振捣间距不大于振捣半径1.5倍, 至混凝土表面无气泡溢出为止; 浇筑完成后及时覆盖土工布保湿, 养护时间不少于14d, 大体

积混凝土需采用温控措施, 控制内外温差不超过 25°C 。

(4) 主体结构施工中要同步采取裂缝控制技术, 优化混凝土配合比, 减少水泥用量, 掺入粉煤灰等掺合料; 设置后浇带, 间距控制在30-40m, 后浇带浇筑时间间隔不少于42d; 采用温度监测设备实时监测混凝土内部温度, 当温差超过限值时, 通过调整养护措施或布设冷却水管控制温度应力^[3]。

3.3 水利泵站设备安装施工技术措施

(1) 设备安装前期做好准备工作, 设备进场时需检查外观有无损伤, 核对型号、规格与设计文件一致, 审查设备技术说明书、合格证等资料; 对水泵、电机等核心设备, 需检测关键部件尺寸偏差, 确保符合安装要求。安装基础处理需先清理基础表面杂物, 采用水平仪检测基础平整度, 偏差超过规范时采用水泥砂浆找平; 核对基础预埋件位置与标高, 偏差较大时进行校正, 确保预埋件平面位置偏差不超过10mm, 标高偏差不超过 $\pm 5\text{mm}$, 基础混凝土强度需达到设计强度80%以上方可进行设备安装。(2) 水泵安装时先将水泵吊装就位, 采用水平仪在水泵进出口法兰面或轴颈处找平, 水平偏差控制在0.1mm/m以内; 调整水泵与电机轴线对中, 采用百分表检测联轴器径向与端面跳动, 径向跳动不超过0.05mm, 端面跳动不超过0.03mm; 安装密封件时, 需清理密封面杂质, 按要求涂抹密封胶, 控制密封件压缩量在规定范围, 防止渗漏。(3) 电机安装要先调整电机水平度, 在电机底座处放置垫铁, 通过增减垫铁厚度使电机水平偏差符合规范; 轴承装配时需清洗轴承与轴承座, 涂抹润滑脂, 控制轴承间隙在设计范围内; 电机安装后需检测绝缘性能, 采用兆欧表测量绕组绝缘电阻, 常温下绝缘电阻值不低于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

3.4 水利泵站防渗与止水施工技术措施

(1) 基坑防渗施工要根据地下水位与地质条件选择技术方案。采用井点降水时, 需按降水深度确定井点类型, 轻型井点适用于浅水位, 管井井点适用于深水位; 井点管间距按计算确定, 一般为1.5-2.5m, 井点管埋设深度需超过降水深度, 埋设后进行试抽, 确保降水效果稳定, 降水过程中监测地下水位, 控制水位低于基坑底面0.5-1.0m。采用帷幕灌浆防渗时, 需先确定灌浆范围与孔距, 一般孔距为1.0-2.0m, 灌浆孔按梅花形布置; 采用回转钻机钻孔, 钻孔垂直度偏差不超过1%, 灌浆时按自下而上分段灌浆, 控制灌浆压力与浆液浓度, 根据吸浆量调整灌浆参数, 确保帷幕连续性与防渗效果。(2) 主体结构防渗要重点处理施工缝与变形缝。施工缝处需清理表面浮浆与松动骨料, 涂刷水泥净浆或界面剂, 安装

止水带时，橡胶止水带需固定牢固，中心线与施工缝中心线对齐，接头采用热接方式，搭接长度不小于10cm；钢板止水带需进行防腐处理，安装时确保平整，与混凝土结合紧密。变形缝处需设置填缝材料，选用弹性密封材料，填缝前清理缝内杂物，密封材料需充满缝隙，表面平整，与缝壁粘结牢固。（3）管道与接口防渗处理要严格把控施工工艺。金属管道焊接接头需采用氩弧焊或电弧焊，焊接前清理坡口杂质，焊接后进行外观检查，无气孔、夹渣等缺陷，必要时进行X光探伤检测；管道外防腐涂层施工前需清理管道表面，采用喷砂除锈达到Sa2.5级，涂刷防腐涂料时控制涂层厚度与均匀性，涂层实干后进行电火花检测。非金属管道接口采用橡胶圈密封时，需选择适配型号的橡胶圈，清理接口表面，将橡胶圈嵌入凹槽内，采用专用工具挤压接口，确保密封严密；热熔焊接接口需控制加热温度与时间，加热后迅速对接，保持规定压力至接口冷却，焊接后检查接口外观，无裂缝、错位等问题。

3.5 水利泵站施工安全技术措施

（1）施工安全要先构建完善的管理体系，制定安全教育培训制度，对所有施工人员开展岗前安全培训，培训内容包括安全操作规程、风险识别与应急处理，考核合格后方可上岗；建立安全技术交底制度，各工序施工前，技术人员向施工班组详细交底安全注意事项，交底记录签字确认。配备必要的安全防护设备，施工人员需佩戴安全帽、安全带、防滑鞋等个人防护用品，施工现场设置防护网、警示标识，高空作业区域设置临边防护，电气设备配备漏电保护器，消防设施按规范布置，定期检查维护，确保完好有效。（2）分场景安全防护要针对性采取措施。高空作业时，脚手架搭设需符合规范，立杆间距不大于1.5m，横杆步距不大于1.8m，脚手

架与主体结构连接牢固，设置扫地杆、剪刀撑；作业人员需系好安全带，不得随意抛掷工具材料，高空作业平台需满铺脚手板，设置挡脚板。电气安全方面，施工用电采用三相五线制，临时用电线路需架空或埋地敷设，架空高度不低于2.5m，埋地深度不小于0.7m；配电箱需防雨防尘，分级设置漏电保护，开关箱实行“一机一闸一漏”，电气设备接地电阻不大于4Ω，定期检测绝缘性能。（3）机械作业安全要严格执行操作规程，机械设备操作人员需持证上岗，操作前检查设备性能，无故障后方可启动；挖掘机、起重机等设备作业时，需划定作业半径，设置警示区，禁止无关人员进入；设备运转时不得进行维修保养，停机后切断电源，清理设备杂物^[4]。

结束语：本文构建了水利泵站施工全流程技术体系，从工程构成解析、前期准备部署，到五大关键环节技术措施的细化，覆盖施工各核心阶段。这些技术措施可有效解决地基处理、结构施工、设备安装等常见问题，为实际施工提供清晰指引。未来可推动技术与数字化融合，如引入BIM优化流程，同时针对极端环境施工开展研究，持续完善技术体系，为水利泵站高质量建设提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]王智恒.水利工程泵站施工技术探讨[J].河南建材,2024(8):54-56.
- [2]姜景慧.水利泵站施工技术措施探讨[J].水利电力技术与应用,2025,7(8):33-34.
- [3]苏建民.水利工程水闸泵站施工技术及质量管理研究[J].工程学研究与实用,2025,6(14):22-23.
- [4]陈卫.水利建设中泵站水闸的施工技术分析[J].越野世界,2022,17(7):71-73.